Populaire Electronica

nieuw QUALITY MAGAZINE

9

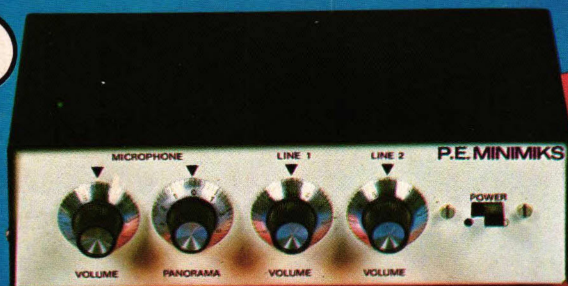
o.a. in dit nummer:

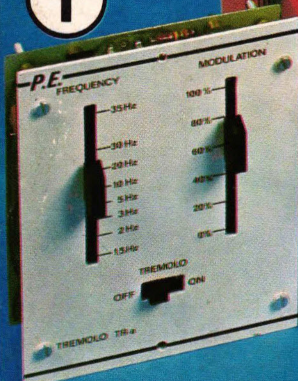
- **Waarom werkt het zo: PUT en MOSFET**
- **L.F. -modulen: marktoverzicht**
- **Zelf eenvoudig prints maken**

① Tremolo in moduultechniek: met Op-Amps en FET's

② De Mini-Miks: eenvoudig mengertje voor bij dia of film

③ De Super-Spanningsbron: makkelijk na te bouwen voeding







F. 2.45 / Bfr. 45

ROTOR START 1976 MET ENORME PRIJSVERLAGINGEN

STERKE PRIJS DALING

CM-72 KRISTAL-MICROFOON MET STANDER EN KABEL
BESTELNR :15 009 VAN F 27,50 VOOR F 16,25

ECM-100 ELECTRET CONDENSATOR-STUDIO MICROFOON
INCL WINDSCHERM, STATIEFHOUDER EN KABEL
BESTELNR.:15 092 VAN F 108,- VOOR F 98,50

PZ-100 FASE-SHIFTER MET LESLIE-EFFECT, RYTHME
INSTELBAAR EEN GEWELDIG APP VOOR MUZIEK
BESTELNR :15 091 VAN F 385,- VOOR F 369,50

REV-25 NAGALMVERSTERKER VOOR 2 MICROFOONS EN
2 INSTRUMENTEN NAGALMTIJD INSTELBAAR
MENGBAAR EN REGELBAAR AANSL VOETSCHAKELAAR
BESTELNR :15 080 VAN F 138,- VOOR F 122,50

MEGAFOONS

TM-11 10 WATT, 1,4 KG VOEDING 6X1,5 VOLT BATT
BESTELNR :05 125 VAN F 267,- VOOR F 252,50

TM-22 20 WATT, 1,65KG VOED.8X1½ VOLT 23X36CM
BESTELNR :05.126 VAN F 295,- VOOR F 278,-

TM-24 20 WATT MEGAFOON MET LAMP EN INGEBOUWDE
SIRENE, AFZONDERLIJK TE SCHAKELEN.
GELUIDSTERKTE 110 PHON, GEW 1,7KG
BESTELNR :05 140 VAN F 328,- VOOR F 298,-

LUIDSPREKERS:

SP-40 8 WATT LUIDSPR 40-20.000 HZ 8 OHM 10CM Ø
BESTELNR :05 017 VAN F 25,- VOOR F 20,-

SP-50X 25 WATT LUIDSPR 30-20 000 HZ 8 OHM 12½CM
BESTELNR :05 018 VAN F 35,- VOOR F 32,50

SP-80X 25 WATT LUIDSPR 50-20 000 HZ 8 OHM 20CM Ø
BESTELNR :05 020 VAN F 45,- VOOR F 39,75

SP-100 25 WATT LUIDSPR. 30-6000 HZ 8 OHM 25CM Ø
BESTELNR :05 020 VAN F 54,- VOOR F 47,-

HTM-2 80 WATT HOORN-STRALER, CHROOM UITVOERING
7500-30.000 HZ 8 OHM ZEER VEEL VERKOCHT,
BESTELNR :05 022 VAN F 29,75 VOOR F 19,75

LUIDSPREKER-BOXEN.

SP-25 25 WATT LUIDSPREKER-BOX, NOTENHOUT
30-20 000 HZ, 30X20X15CM, BREEDBAND L SPR
BESTELNR :05.135 VAN F 89,- VOOR F 74,50

WP-900 KLEIN-LUIDSPREKERBOX VOOR ERBIJ TE HEBBEN
10 WATT, 60-20 000 HZ 8 OHM 22X16X13CM
BESTELNR.:05.133 VAN F 48,- VOOR F 27,50

CT-11 VRIJSTAANDE HOGE-TONEN-STRALER, 30 WATT
8 OHM , 2000-25.000 HZ 9X12CM MET STANDER
BESTELNR :05.180 VAN F 34,- VOOR F 27,50

NETVOEDINGEN.

RP-40 LABORATORIUM-NETVOEDING, ELECTRONISCH GE-
STABILISEERD. 5-13 & 12-20 VOLT INSTELBAAR
2 AMPERE. 10X14X23CM 3,2 KG.
BESTELNR.:20 002 VAN F 248,- VOOR F 215,-

PS-69 NETADAPTER VAN 220 VOLT NAAR 6-7½-9 VOLT=,
300 MAMP
BESTELNR.:20 031 VAN F 17,50 VOOR F 13,50

DOOR NOG GROTERE INKOPEN IS ROTOR NOG GOEDKOPER.

DE NIEUWE ROTOR NIEUWS KOMT VOORTAAN OM DE TWEE MAANDEN UIT. DE EERSTE NIEUWE EDITIE EIND JANUARI





ROTOR PRODUCTIE & HANDEL

BEL VOOR POSTORDERS 05910-16810 (4 LIJNEN) GIRO 2779042

AMSTERDAM
DEN DOLDER
EMMEN

VERKOOP AAN HANDEL EN PARTICULIER REMBOURSZENDINGEN DOOR HEEL NEDERLAND.

BORN

Populaire Electronica

Tijdschrift voor
eenvoudige elektronika

verschijnt negen maal
per jaar

TWEEDE JAARGANG NUMMER 9

INHOUD

ADVERTEERDERSREGISTER

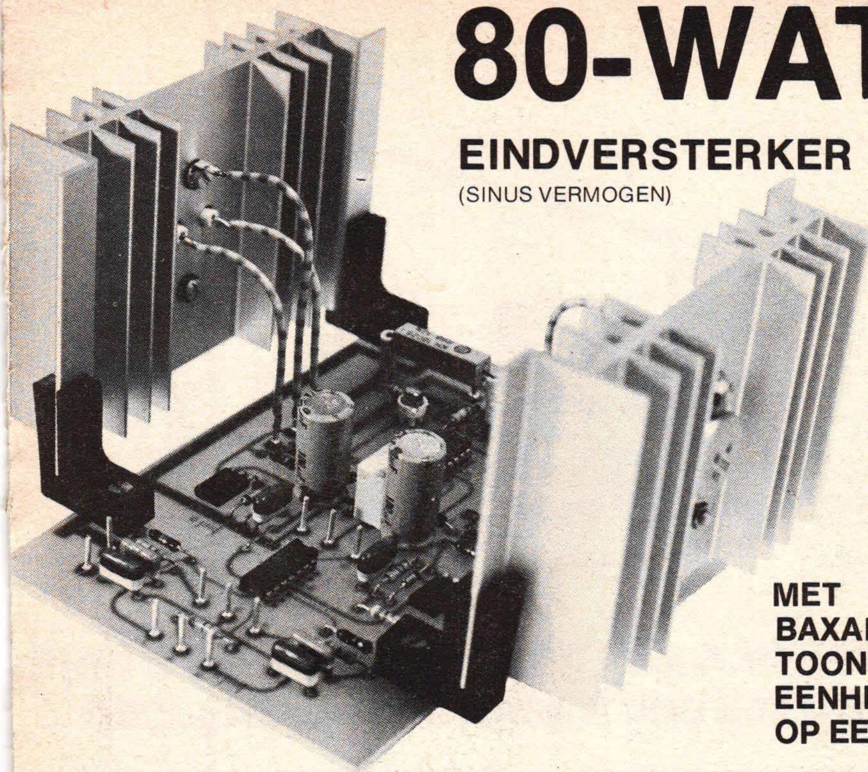
uitgave
uitgeversmaatschappij born b.v.
esstraat 10 - postbus 22 - assen 8500
telefoon (05920) 11641

verschijnt negen maal per jaar
losse nummers *f* 2,45 - bfr 45

abonnementen voor negen nummers *f* 19,— te voldoen door vooruitbetaling op postgiro 23 95 333 t.n.v. born b.v. te assen onder vermelding van:
nieuw abonnement populaire electronica m.i.v. nummer . . .

redaktie
jan pas
wil leiner
jos verstraten
vincent grummer

redaktieadres
postbus 441 - maastricht 5001
telefoon (043) 13940 tussen 12 en 17 uur



80-WATT

EINDVERSTERKER

(SINUS VERMOGEN)

MET BAXANDALL TOONREGEL-EENHEID OP EEN PRINT

- **Uitgangsimpedantie 8-Ohm**
- **Uitgangsvermogen 80-Watt r.m.s.**
- **Ingangsgevoeligheid 500mV**
- **Signaal-ruisafstand 3mV**
- **Frequentie bereik 10Hz-25kHz.**
- **Ruisafstand 80dB**
- **Voeding 2 x 50V/3A**
- **Kortsluitvast**

De complete eindversterker is met de toonregeleenheid en koellichamen gemonteerd op blauwe epoxy-print. Door middel van witte opdruk is duidelijk de plaats en eventuele richting van de onderdelen aangegeven. De prijs van de compleet afgeregelde en gemonteerde versterker **F 159,—**

De prijs van de compleet gemonteerde voeding incl. transformator **F 69,—**

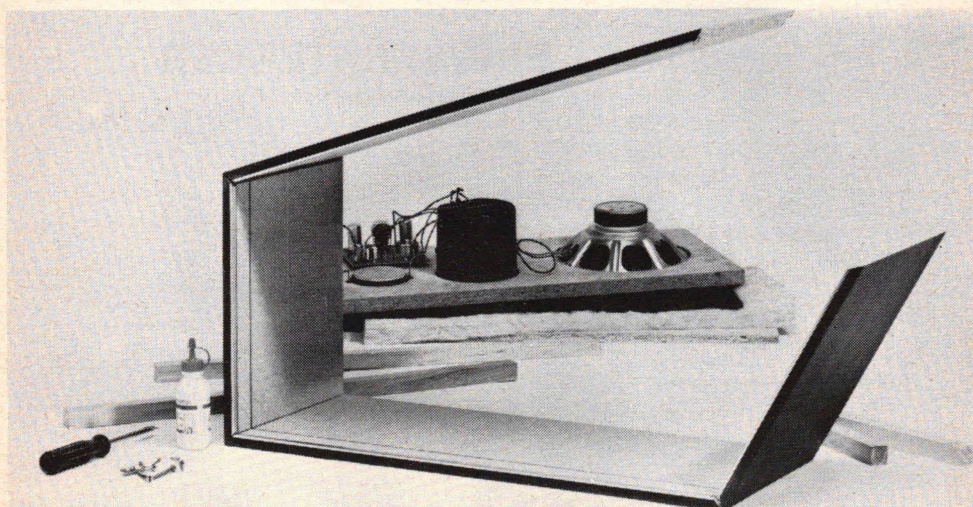
DEAAL VOOR POPGROEPEN EN DISCOTHEKEN

Popular Electronics

choenmakersstraat 5
oermond, tel. 04750-14394
.g.g. 04746-3097

voor België:
ELEKTRONIC PRODUCTS
Tel. 011-220809

erzendingen uitsluitend onder rembours, boven 250,— franco

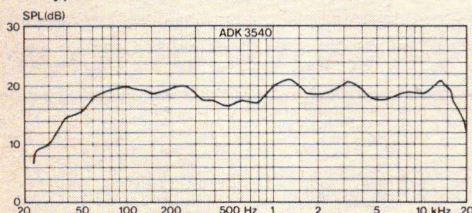


Ook als u toevallig geen meubelmaker bent kunt u zelf een fraaie Hi-Fi box bouwen

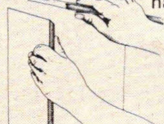
U hoeft echt geen meubelmaker of elektronicus te zijn om zelf een voortreffelijke en mooie Hi-Fi box te maken. Want zowel voor de houten kast als voor de 'elektronica' heeft Philips complete onderdelenpakketten samengesteld waarmee succes gegarandeerd is. Met een resultaat dat gezien en gehoord mag worden.

luidspreker-combinatie	belast-baarheid	frequentie-gebied	prijs per stuk
ADK 0310**	10 W	50-18.000 Hz	ƒ 79,—
ADK 2020*	20 W	45-22.000 Hz	ƒ 138,—
ADK 2525*	25 W	42-22.000 Hz	ƒ 188,—
ADK 3540*	40 W	33-22.000 Hz	ƒ 288,—

** Alleen leverbaar per 2 stuks
* voldoet ruimschoots aan DIN 4550
Alle typen leverbaar in 4 ohm en 8 ohm.



Het houtpakket dat los bijgeleverd kan worden bevat de geheel voorbewerkte panelen waarmee u in een handomdraai een fraaie box bouwt.



Het pakket bevat alles wat u verder nodig hebt voor de bouw van de kast inclusief een duidelijke bouwbeschrijving die u precies vertelt wat u moet doen en hoe.

Het elektronica-pakket bevat alles wat u nodig hebt (behalve de kast) voor werkelijke kwaliteitsweergave. Drie luidsprekers met daarop afgestemde scheidingsfilters, een voorbewerkt frontpaneel met alle gaten, bevestigingsmateriaal, bedrading en stekers. Door het handige klemmensysteem is solderen overbodig. Alle onderdelen zijn getest en helemaal op elkaar afgestemd, zodat een optimaal geheel is gewaarborgd. U kunt kiezen uit vier verschillende luidsprekercombinaties van 15 tot 60 W.



Voor meer gegevens kunt u een briefkaartje sturen naar:
Philips Nederland B.V.,
Afd. Luidsprekerkits,
VB 9-35, Eindhoven.
Of loopt u even binnen bij uw handelaar.



PHILIPS

BI-PAK Semiconductors | Oudestraat 28, ASSEN

Tel.: 05920-10875, 's avonds: 05927-2997

SPECIALE AANBIEDING

BIJ AFNAME VAN 11 PAKS:
Prijs ƒ 75,—

NIEUWE PAKS

SCHUIFPOTMETERS: nieuw:

SP-1	6 st. Schuifpotmeters, gemengd	ƒ 7,50
SP-2	6 st. Schuifpotm. 470 Ohm lineair	ƒ 7,50
SP-3	6 st. Schuifpotm. 10K Ohm lineair	ƒ 7,50
SP-4	6 st. Schuifpotm. 22K Ohm lineair	ƒ 7,50
SP-5	6st. Schuifpotm. 47K Ohm lineair	ƒ 7,50
SP-6	6 st. Schuifpotm. 47K Ohm logaritm.	ƒ 7,50

KONDENSATOREN: nieuw:

MC-1	24 st. Kondensatoren, keramisch, miniatuur 22 pF- 82 pF	ƒ 7,50
MC-2	24 st. idem: 100 pF- 390 pF	ƒ 7,50
MC-3	24 st. idem: 470 pF- 3300 pF	ƒ 7,50
MC-4	21 st. idem: 4700 pF-0,047 uF	ƒ 7,50
	Op bestelling: 24 (21) st. één waarde	ƒ 7,50

WEERSTANDEN:
Zie rechts onder WEERSTANDEN voor nieuwe paks ½ Watt Weerstanden-Paks R-5 t/m R-8

PRINT-PLAAT enz.:

PP-1	pakket Koper Print-Plaat	ƒ 7,50
PP-2	2 St. Markeerstiften: anti-ets stift	ƒ 15,—
PP-3	pakket Etsmiddel	ƒ 7,50
PP-4	5 st. Koelpincetten bij solderen	ƒ 7,50
PP-5	rol Tinzuigdraad bij uitsolderen	ƒ 7,50

LICHTDIODEN: nieuw:

LED-1	15 st. Lichtdioden: rood	ƒ 7,50
LED-2	12 st. Lichtdioden: groen	ƒ 7,50
LED-3	12 st. Lichtdioden: geel	ƒ 7,50

VOOR OVERZICHT VAN ALLE PAKS:
GRATIS PRIJSLIJSTEN OP AANVRAGE

Levering bij vooruitbetaling of onder rembours: M. Rietsema, Afd. P.E., Oudestraat 28, Assen, Nederland.
Tel.: 05920-10875, 's avonds: 05927-2997 Giro: 1559179
Verzendkosten: ƒ 1,75 per bestelling, aangetekend ƒ 3,50.
Voor België: dezelfde verzendkosten: levering naar België zonder B.T.W. Ook onder rembours (terugbetaling) B.T.W. is in alle prijzen begrepen.

K. Paks: **KOMPONENTEN PAKS**

K-1	250 st.Versch. weerstanden (gewogen)	ƒ 7,50
K-2	200 st.Versch. condensatoren (gewogen)	ƒ 7,50
K-3	60 st.Precisie weerstanden 1% versch.	ƒ 7,50
-5	50 st.Condensatoren C-280 serie, 0,010 uF-2,2 uF	ƒ 7,50
K-6	3 st.Draaicondensatoren MW/LW/VHF	ƒ 7,50
K-7	pak Montagedraad: 50 meter, versch. kleur	ƒ 7,50
K-8	12 st.Reed Switches	ƒ 7,50
K-9	4 st.Mikro schakelaars	ƒ 7,50
K-10	20 st.Versch. pot- en instelpotmeters	ƒ 7,50
K-11	7 st.Jack sockets, 4 x 3,5 mm en 3x standaard	ƒ 7,50
K-12	40 st.Papier condensatoren, goed gesort.	ƒ 7,50
K-13	25 st.Laagspanning elco's	ƒ 7,50
K-14	pak Montagemateriaal, bouten, moeren enz.	ƒ 7,50
K-15	5 st.Schuifschakelaars	ƒ 7,50
K-16	25 st.Versch. mont. strips en paneeltjes	ƒ 7,50
K-18	5 st.Draaischakelaars, meer deks	ƒ 7,50
K-19	2 st.Relays 6-24 werkspanning	ƒ 7,50
K-20	pak Aluminium platen, div. afm. 1/2 kg	ƒ 7,50
K-21	pak Vero board restanten ong. 300 cm²	ƒ 7,50

LET OP: K-Paks zijn vaak zwaarder: Daarom ingeval van K-Paks: PORTO ƒ 5,— per bestelling EXTRA: Het teveel aan porto wordt gerestitueerd. LEVERING ook onder REMBOURS.

WEERSTANDEN:

R-1	100 st. ⅛ Watt weerstanden, nieuw, axiaal, koolfilm assortiment uit E-12 reeks en 5% met codering: 100 Ohm- 820 Ohm	ƒ 7,50
R-2	100 st.idem: 1K-8K2 Ohm	ƒ 7,50
R-3	100 st.idem: 10K-82K Ohm	ƒ 7,50
R-4	100 st.idem: 100K- 1M Ohm	ƒ 7,50
	Op bestelling: 100 st. weerstanden één waarde	ƒ 7,50
R-5	60 st. ½ Watt Weerstanden, nieuw: 100 Ohm - 820 Ohm	ƒ 7,50
R-6	60 st. ½ Watt: 1K Ohm - 8K2 Ohm	ƒ 7,50
R-7	60 st. ½ Watt: 10K Ohm - 82K Ohm	ƒ 7,50
R-8	60 st. ½ Watt: 100K Ohm - 1M Ohm	ƒ 7,50
	Op bestelling: 60 st. weerstanden één waarde	ƒ 7,50

NIEUW - NIET GESTEMPELD - NIET GETEST
TRANSISTOREN PAKS:

U-2	60 st.HF/NF Germ. PNP-NPN versch	ƒ 7,50
U-4	40 st.Germ. PNP als AC 128, OC81	ƒ 7,50
U-6	40 st.SIL NPN als BSY27, 2N706	ƒ 7,50
U-11	30 st.Sil PNP als BCZ11, 2 N1132	ƒ 7,50
U-15	25 st.Sil NPN 1/2 Amp. als 2N697	ƒ 7,50
U-19	35 st.Sil NPN als BC 107/109 TUN	ƒ 7,50
U-21	40 st.Germ. PNP NF als AC 125, AC 151	ƒ 7,50
U-25	35 st.Sil NPN, 300 MHz, als 2N708	ƒ 7,50
U-27	20 st.Germ. NPN, NF als AC 127	ƒ 7,50

OPRUIMING:

HALVE PRIJS: 15-1-'76

U-37	40 st.Sil PNP als OC200, 2S322	ƒ 3,75
U-38	25 st.Sil NPN 400M/Cs als 2N3011	ƒ 3,75
U-39	40 st.Germ. PNP HF, als ASY26, 2N 1303	
U-40	12 st.Sil NPN DUAL als 2N2060	ƒ 3,75
U-41	30 st.Germ. PNP, HF als OC45	ƒ 3,75
U-42	12 st.Germ. PNP, VHF als AF117	ƒ 3,75
U-43	30 st.Sil NPN als BC113/114	ƒ 3,75
U-44	25 st.Sil NPN als BC 115	ƒ 3,75
U-46	20 st.Unijunction Trans. als TIS 43	ƒ 3,75
K-11	7 st.Jack sockets, 4 x 3,5 mm en 3x standaard	ƒ 3,75

NIEUW — NIET GESTEMPELD — NIET GETEST
TTL-DIGITALE INTEGRATED CIRCUITS, DIL 14-, 16- en 24-pins, 00 = SN7400N enz.

12 st. 09	ƒ 3,75	12 st. 25	ƒ 3,75
12 st. 17	ƒ 3,75	3 st. 76 G	ƒ 3,75
9 st. 28	ƒ 3,75	1 st. 85 G	ƒ 3,75
9 st. 33	ƒ 3,75	9 st. 93	ƒ 3,75
9 st. 43	ƒ 3,75	9 st. 96	ƒ 3,75
9 st. 44	ƒ 3,75	9 st. 107	ƒ 3,75
9 st. 80	ƒ 3,75	9 st. 119	ƒ 3,75
9 st. 82	ƒ 3,75	9 st. 195	ƒ 3,75

G = GETEST

Voor TTL-DIGITALE INTEGRATED CIRCUITS zie PE nr. 8 blz. 96.

U-35	35 st.Sil PNP als 2N2906 TUP	ƒ 7,50
U-36	30 st.Sil NPN 1 A als BFY50/52-2N1613	ƒ 7,50
U-48	12 st.Verm. Sil. NPN als 2N3055	ƒ 15,—
U-49	15 st.Verm. Sil. NPN als BD136-TIP 31	ƒ 15,—

DIODEN ENZ. NIET GETEST

U-1	**160 st.Germ. Dioden Submin**	**ƒ 7,50**
U-3	**100 st.Germ. Dioden als OA5 DUG**	**ƒ 7,50**
U-5	**80 st.Sil Dioden Submin, 200 mA**	**ƒ 7,50**
U-7	**20 st.Sjl Gelijkr. 750mA-O tot 1000V**	**ƒ 7,50**
U-8	**70 st.Sil Dioden 250mA, alsOA200**	**ƒ 7,50**
U-9	**25 st.Sil Zener Dioden, versch 1 W**	**ƒ 7,50**
U-14	**200 st.Sil Germ. & Zener Dioden**	**ƒ 7,50**
U-16	**12 st.Sil Gelijkr. 3A 0 tot 1000V**	**ƒ 7,50**
U-18	**10 st.Sil. Gelijkr. 6A 0 tot 600V**	**ƒ 7,50**
U-26	**60 st. Sil Dioden als 1N914 DUS**	**ƒ 7,50**
U-29	**14 st.Sil Thyristoren, 1A, 25 tot 600V**	**ƒ 15,—**
U-32	**35 st.Zener-Dioden, 400mW, 3 tot 18V**	**ƒ 7,50**
U-33	**25 st.Sil. Gelijkr. 1A1N4000 Serie**	**ƒ 7,50**
U-45	**10 st.Sil Thyristoren 3A tot 600V**	**ƒ 15,—**
U-47	**12 st.Triacs: 6 Amp., gemiddeld 50V**	**ƒ 15,—**

tremolo

IN MODUULTECHNIEK

Een tremolo, een apparaatje waarmee men de sterkte van een geluidssignaal ritmisch en snel kan laten variëren tussen nul en maksimum, kan in principe opgebouwd worden met een handje vol onderdelen, geschakeld rond drie transistoren. Het is dus enigszins vreemd in een op eenvoud gespecialiseerd tijdschrift een tremolo te vinden, die is opgebouwd uit vijf operationele versterkers. Na grondige proefnemingen met deze eenvoudige soort schakelingen zijn wij tot de konklusie gekomen, dat op die manier geen goede tremolo schakeling op te bouwen is. Nu zijn wij steeds van mening geweest, dat de na te streven eenvoud van een schakeling niet ten koste van de bruikbaarheid mag gaan. Men bewijst de nabouwer een veel grotere dienst door een ontwerp te maken van, stel ƒ 40,00, dan door het publiceren van een schakelingetje dat voor twee tientjes is na te bouwen, maar nauwelijks het bedoelde effekt kan opwekken.
Vandaar dus een vrij uitgebreide tremolo in 'Populaire Electronica', die gebruik maakt van moderne technieken zoals geïntegreerde op-amps en FET's, maar die erg goed doet wat er van verlangd wordt.
Uiteraard wordt het principe van de schakeling uitvoerig beschreven, zodat eenieder die het ding wil nabouwen ook weet wat hij nabouwt.

TREMOLO

Het tremolo-effekt is een geluidsverschijnsel waarvan je houdt of niet houdt. Verder is het duidelijk dat niet iedere soort muziek er zich toe leent. Zo zal klassieke muziek eerder verkracht dan verrijkt worden door er tremolo op toe te passen. Erg geschikt is elektronische orgelmuziek in het progressieve genre, het geluid van elektrische gitaren en dergelijke. Ook kan men tremolo met sukses toepassen op de menselijke stem als men bij bandopnamen erg vervreemdende effekten wil verkrijgen.

Het tremoloverschijnsel ontstaat door het volume van het geluidssignaal ritmisch in sterkte te variëren. Men zou het kunnen vergelijken met het geluid dat ontstaat, als men de volumepotmeter van een versterker zeer snel en kontinu heen en weer verdraait.
Het tipische tremolo-effekt ontstaat, als dit variëren van het volume met een frekwentie van rond de 6 hertz gebeurt, met andere woorden wanneer men de volumepotmeter zes keer per sekonde heen en weer zou draaien. Het is duidelijk dat dit niet kan en dat dus een elektro-

MODULATIEFREKWENTIE:
1,5 HERTZ TOT 30 HERTZ

●

MODULATIEDIEPTE:
0% TOT 100%

●

MODULATIE SIMMETRISCH
TEN OPZICHTE VAN SIGNAAL

●

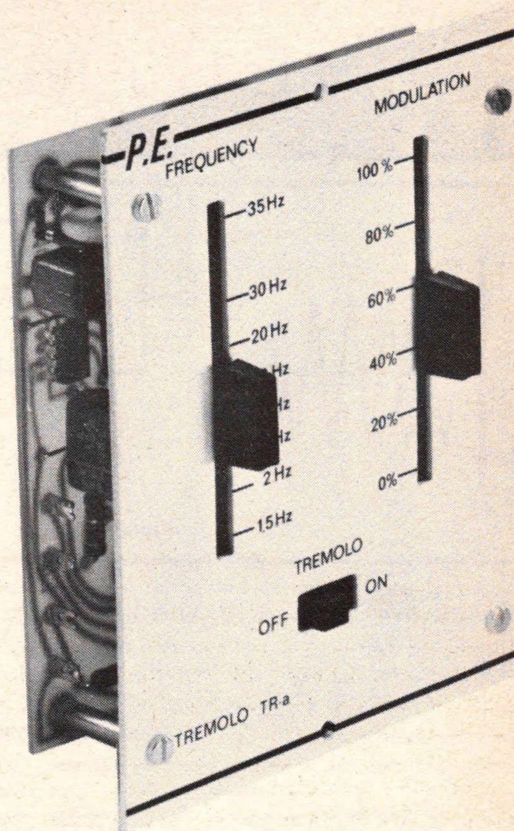
TOTALE VERSTERKING:
0 dB (EEN MAAL)

●

FREKWENTIEBEREIK:
17 Hz TOT 35 kHz OP -1 dB

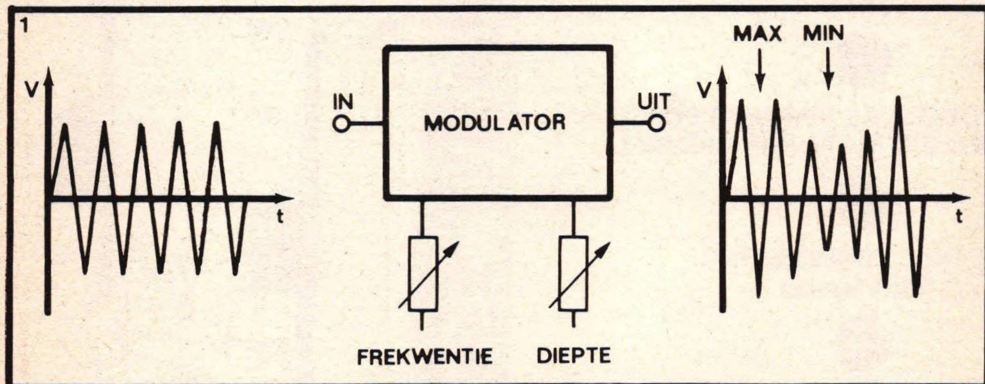
●

UIT TE BREIDEN TOT
ELEKTRONISCHE LESLEY



ische metode uitgedacht moet worden. Dat is dus de taak van de tremolo-schakeling.
Het elektronisch ritmisch variëren van de grootte van een signaal noemt men moduleren. In figuur 1 is het principe van moduleren voorgesteld.
Aan de ingang van de modulator wordt een signaal aangelegd met een konstante amplitudo (dat is de officiële naam voor de grootte van een signaal). De modulator zal dit signaal zo bewerken, dat de amplitudo van het ingangssignaal varieert. De werking van de modulator kan op twee manieren beïnvloed worden. In de eerste plaats kan men de frekwentie, waarmee gemoduleerd wordt wijzigen. Bij de in dit artikel beschreven tremolo is deze modulatiefrekwentie regelbaar tussen 1,5 hertz en 30 hertz. Dit is, in vergelijking met de in de ondertitel vermelde drie-transistor schakelingen, een erg breed spektrum. Dit is dus al één voordeel van deze schakeling.
In de tweede plaats kan men de mate van modulatie, de modulatiediepte, variëren. Bij deze nabouwschakeling kan men het ingangssignaal voor de volle 100% moduleren, met een tamelijk kleine vervorming. Dat wil dus zeggen, dat het uitgangssignaal van de modulator bij de met minimum gemerkte pijl volledig zal wegvallen.
Deze 100% modulatiediepte, gekombineerd met de erg lage modulatiefrekwentie van 1,5 hertz, staan garant voor zeer vreemdsoortige geluidseffekten.
Een volgende eigenschap, die even toegelicht moet worden, is het feit dat de schakeling simmetrisch moduleert. Dit wordt toegelicht aan de hand van figuur 2. Aan de ingang van de modulator wordt een signaal aangeboden met

TOTALE BOUWPRIJS: FL.50,-



Figuur 1. Het principe van amplitudo-modulatie. Door middel van twee potmeters kunnen de modulatiediepte en de modulatiefrekwentie gevariërd worden.

een amplitudo van V volt. De twee uitgangsspanningen in figuur 2 duiden het verschil tussen simmetrisch en a-simmetrisch moduleren aan.

Boven is het a-simmetrische gemoduleerde signaal getekend. De amplitudo verandert welritmisch, maar het signaal wordt door de modulatie steeds kleiner dan het signaal aan de ingang. Dit heeft tot gevolg dat men de indruk krijgt, dat het gemiddelde geluidsvolume van het gemoduleerde signaal afneemt, als men de modulatiediepte laat toenemen.

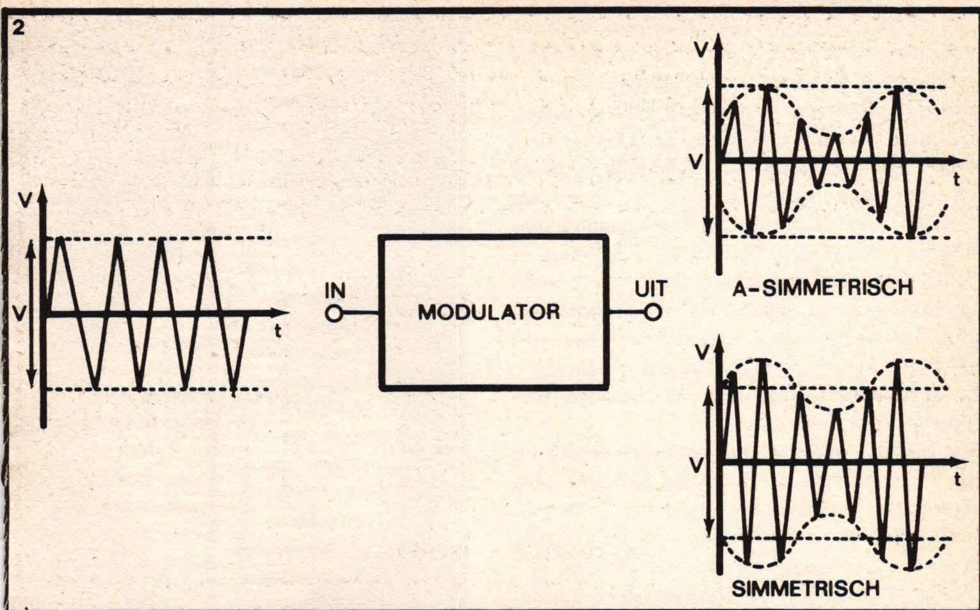
In de onderste uitgangsspanningsgrafiek van figuur 2 is een simmetrische modulatie weergegeven. Bij deze modulatievorm zal de amplitudo van het uitgangssignaal schommelen rond de amplitudo van de ingangsspanning. Met andere woorden: het uitgangssignaal wordt ritmisch groter en kleiner dan het ingangssignaal. Het zal duidelijk zijn dat het voordeel van deze metode is, dat het gemiddelde geluidsvolume konstant blijft.

Tot slot nog een woord over de in de ondertitel genoemde uitbreidingsmogelijkheid van deze schakeling. Lesley is een verschijnsel dat enigszins vergelijkbaar is met tremolo. Lesley kan echter alleen toegepast worden bij stereo-signalen. Ook bij lesley worden de beide geluidskanalen gemoduleerd, maar wel met een tegengestelde faze. Als bijvoorbeeld het linkerkanaal luider wordt, dan zal het rechterkanaal even veel zwakker gaan klinken. Het geluidssignaal slingert als het ware tussen de luidsprekers heen en weer. Deze elektronische lesley mag niet verward worden met de mechanische. De mechanische lesley is een speciale techniek, gebruikt bij de orgelbouw. Hierbij wordt in de luidsprekerkast een draaiende schijf voor de luidspreker bevestigd, voorzien van een gat. Het geluidseffekt van deze mechanische lesley is niet vergelijkbaar met het geluid, verkregen door toepassing van een elektronische lesley.

De uitbreidings-unit, die de tremolo omvormt tot lesley, wordt in het volgende nummer van dit tijdschrift beschreven en kan zeer eenvoudig samengebouwd worden met de tremolo.

HET BLOKSCHEMA

Uit de inleiding valt af te leiden, dat een tremolo bestaat uit twee schakeleenheden: een modulator en een generator die de spanning opwekt waarmee gemoduleerd wordt. Omdat de unit opgenomen wordt in een stereo-ge-



Figuur 2. Het verschil tussen a- en simmetrisch moduleren volgt uit deze figuur. Bij de tweede metode blijft het gemiddelde geluidsnivo even groot.

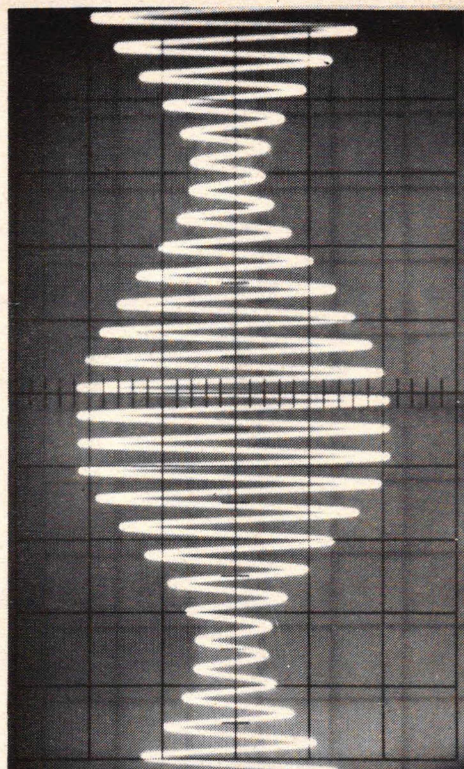
Figuur 3. Het blokschema van de tremolo.

3
IN L
BUFFER
A
MODULATOR
B
UIT L
+25V
+18V
SINUS-GENERATOR
E
+9V
VOEDING
0V
IN R
BUFFER
C
MODULATOR
D
UIT R

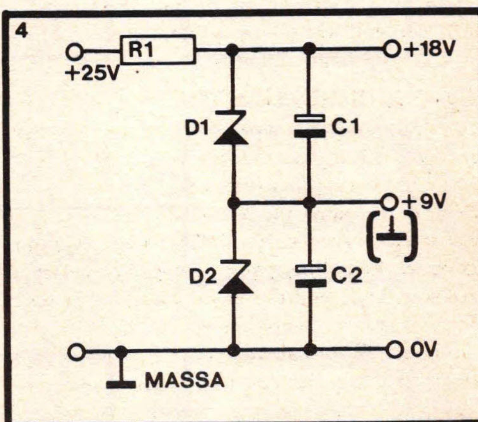
luidsketen, is het duidelijk dat er twee identieke modulatoren nodig zijn: eentje voor het linker en eentje voor het rechter kanaal.
Uit het blokschema van figuur 3 blijkt, dat er nog enige blokken bijkomen. Zo is een nadeel van de gebruikte modulatie-schakeling, dat ze een zeer lage ingangsimpedantie heeft. Als men deze modulatoren rechtstreeks aan de uitgang van het vorige moduul zou koppelen, of rechtstreeks aan de uitgang van bijvoorbeeld een bandopnemer, dan zouden deze apparaten te zwaar belast worden. Vandaar dat twee bufferschakelingen tussengeschakeld worden, die een zeer hoge ingangs- en een zeer lage uitgangsimpedantie bezitten.
Een verhaal apart is de voedingsverzorging van de schakeling. De modulen hebben, zoals bekend, een voedingsspanning van +25 volt. Nu kunnen de schakelingen van de tremolo zeer vereenvoudigd worden, als men de gebruikte operationele versterkers door middel van een simmetrische spanning kan voeden. Dat wil zeggen, dat er twee voedingsspanningen nodig zijn die simmetrisch liggen ten opzichte van massa. Normaal betekent dit dus het gebruik van een positieve en een even grote negatieve voedingsspanning. Dit kan hier duidelijk niet. Vandaar dat een klein truukje wordt uitgehaald. Uit de +25 volt worden twee positieve spanningen afgeleid, waarvan de ene eksakt het dubbele is van de andere. Deze laatste spanning wordt nu benoemd tot kunstmatige massa voor de interne schakeling van de tremolo. De dubbele voedingsspanning is dan de positieve voedingsspanning voor de op-amps, de echte massa de negatieve voedingsspanning.
De verschillende blokken worden in de volgende paragrafen besproken.

DE VOEDING

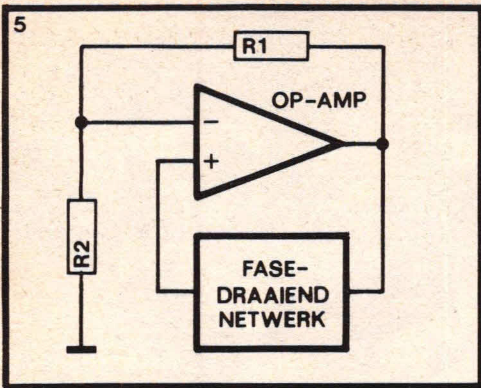
De gestandaardiseerde +25 volt voedingsspanning van de modulen wordt door middel van een voorschakelweerstand R 1 en twee zenerdiodes (D 1 en D 2) van 9,2 volt gereduceerd tot 9 en 18 volt.
Als we nou de IC's in de schakeling laten geloven, dat die spanning van 9 volt hun massa is, dan zullen ze de spanning van 18 volt interpreteren als een positieve voedingsspanning van + 9 volt en de massa als een negatieve voedingsspanning van − 9 volt. De IC's zijn erg



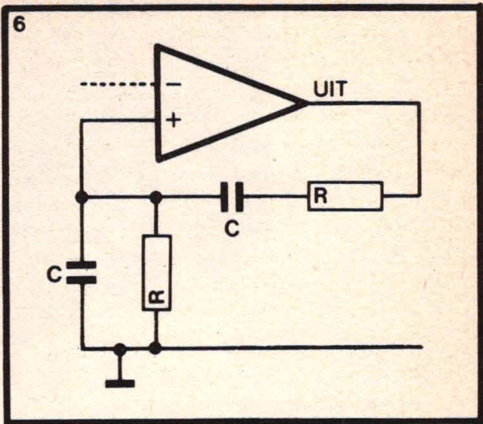
Figuur 4. De voedingsschakeling, waarmee een kunstmatig massapunt gekreëerd wordt, halverwege de voedingsspanning.



goedgelovig, wat dit betreft. Als we alle punten, die normaal naar massa gaan verbinden met de + 9 volt en alle punten die normaal



Figuur 5. Het principe van een sinus-oscillator. Een terugkoppelend netwerk zorgt voor een bepaalde versterking, een tweede voor de selektie van de gewenste frekwentie.



Figuur 6. Het selektief netwerk is opgebouwd uit twee weerstanden en twee kondensatoren en wordt Wien-netwerk genoemd.

naar de negatieve voedingsspanning gaan verbinden met de echte massa, dan vinden zij het best. Wel is voorwaarde, dat de spanning van + 9 volt goed ontkoppeld wordt. Dat wil zeggen dat de wisselstroomweerstand, die men meet tussen massa en de +9 volt lijn, zo klein mogelijk moet zijn. De grote elko C 2 zorgt hiervoor. Deze heeft dus niet alleen tot taak de voedingsspanning van + 9 volt ekstra af te vlakken. Dank zij de lage wisselspanningsweerstand van deze kondensator zal het voor het signaal, dat de schakeling doorloopt, geen verschil uitmaken of nu de echte massa als dusdanig wordt gebruikt, of de voedingsspanning van + 9 volt. De elko sluit namelijk beide lijnen voor het signaal kort.

DE SINUSGENERATOR

De sinusgenerator wekt het signaal op, waarmee de geluidskanalen worden gemoduleerd. Voor het verkrijgen van een goed tremolo-effekt is het namelijk beslist noodzakelijk, dat het moduleren met een sinusvormige spanning gebeurt. Een sinusspanning verloopt vloeiend, zodat ook het moduleren van het geluid zonder irritant ervaren schokken verloopt.

Nu is het opwekken van een sinus met zo'n lage frekwentie niet zo eenvoudig te verwezenlijken met transistoren. Vandaar dat wij ook hier beroep hebben gedaan op een operationele versterker.

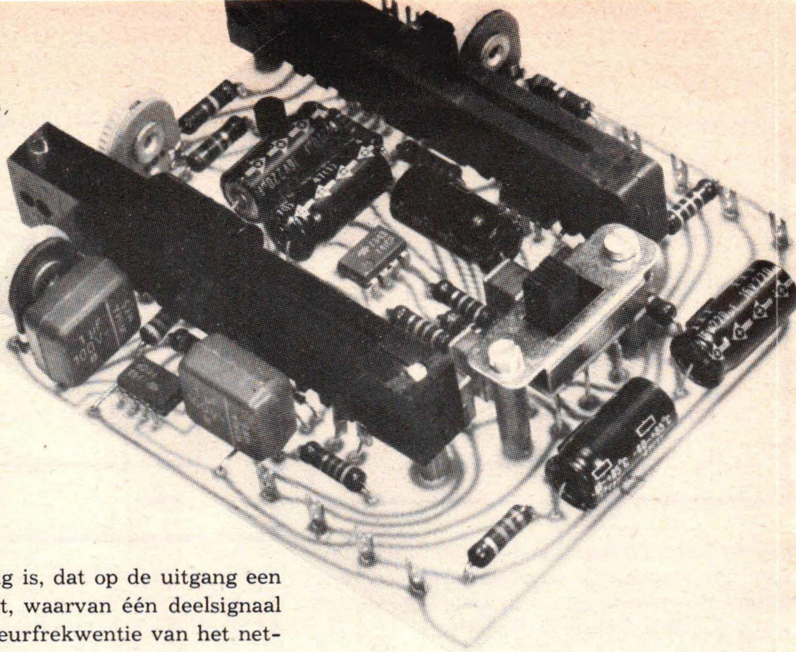
De basisschakeling van een sinusgenerator met een op-amp is getekend in figuur 5.

Tussen de uitgang en de twee ingangen zijn twee terugkoppelende kringen geschakeld. De versterking van de op-amp wordt op de reeds bekende manier ingesteld door een gedeelte van de uitgangsspanning terug te koppelen naar de negatieve ingang. Tussen de uitgang en de positieve ingang is een fazedraaiend netwerk geschakeld.

Zonder basiskennis van de teoretische elektriciteit is het erg moeilijk de werking van een sinusoscillator te doorgronden. Oppervlakkig uitgelegd kan men de werking van de trap als volgt verklaren.

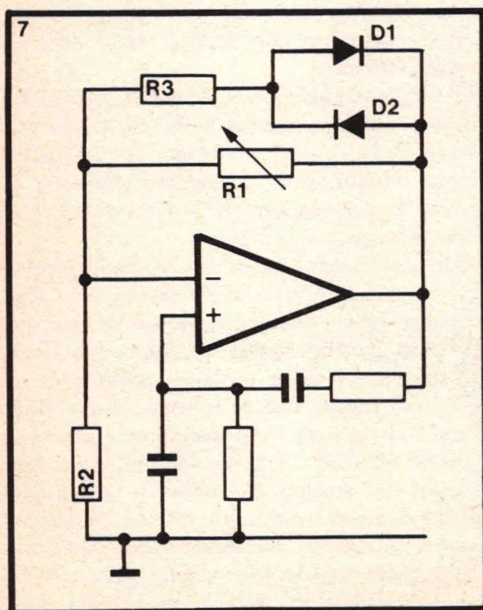
Bij het aanschakelen van de voedingsspanning zullen er allerlei signalen in de schakeling ontstaan. Denk daarbij vooral aan de ruis, die in iedere elektronische schakeling aanwezig is, omdat hij een onafscheidelijk bijverschijnsel is van het vloeien van stroom.

Ruis is samengesteld uit een heleboel signalen met allemaal verschillende frekwenties. Dat samengestelde ruissignaal verschijnt dus aan de uitgang van de versterker. De verschillende frekwenties worden teruggekoppeld naar de positieve ingang van de op-amp via het fazedraaiend netwerk. Een voorname eigenschap van dit netwerk is, dat het één frekwentie niet in faze zal draaien. Het netwerk bevoordeelt als het ware één signaal uit de ruis. Dit signaal wordt nu door de versterker versterkt en belandt op de uitgang. Daar telt het zich op bij de in de ruis aanwezige signalen met dezelfde fre-



kwentie. Het gevolg is, dat op de uitgang een ruissignaal ontstaat, waarvan één deelsignaal (dat met de voorkeurfrekwentie van het netwerk) een grotere amplitudo heeft dan men normaliter zou verwachten. Nu blijft het daar niet bij. Dit signaal wordt immers weer door het netwerk teruggekoppeld naar de positieve ingang, wordt weer door de versterker versterkt en vergroot dus weer eens die ene komponente in het ruissignaal.

Figuur 7. Door middel van enige diodes en een weerstand wordt een automatische versterkingsregeling ingevoerd, die zorgt voor een onvervormde uitgangsspanning.



Het resultaat zal duidelijk zijn: op de uitgang verschijnt slechts één fors signaal met de door het netwerk bepaalde frekwentie en ontelbare, kwa grootte volledig verwaarloosbare andere signaaltjes, die de ruis vormen.

Het fazedraaiend netwerk is getekend in figuur 6. Het is opgebouwd uit twee even grote kondensatoren en twee even grote weerstanden, die op de getekende manier geschakeld zijn tussen in- en uitgang van de op-amp. De bevoorrechte frekwentie is afhankelijk van de waarde van de verschillende onderdelen. Wel moeten de onderdelen steeds dezelfde waarde behouden. Wil men de frekwentie van de oscillator wijzigen, dan volstaat het bijvoorbeeld de twee weerstanden te vervangen door een stereo potmeter.

Het verhaal is hiermee helaas niet beëindigd. Uit figuur 6 volgt duidelijk, dat het netwerk een bepaalde verzwakking met zich meebrengt. De beide weerstanden vormen bijvoorbeeld een spanningsdeler. Ook de kondensatoren zullen een gedeelte van het signaal konsumeren. Zou men alleen maar dit netwerk schakelen tussen de uitgang van de op-amp en zijn positieve ingang, dan zou er niets gebeuren. Het bevoorrechte signaal zou wel in gelijke faze aan de ingang verschijnen, maar zó verzwakt door het filter dat het niet in staat was zijn soortgenoot-signalen aan de uitgang van de versterker te vergroten. Vandaar dan

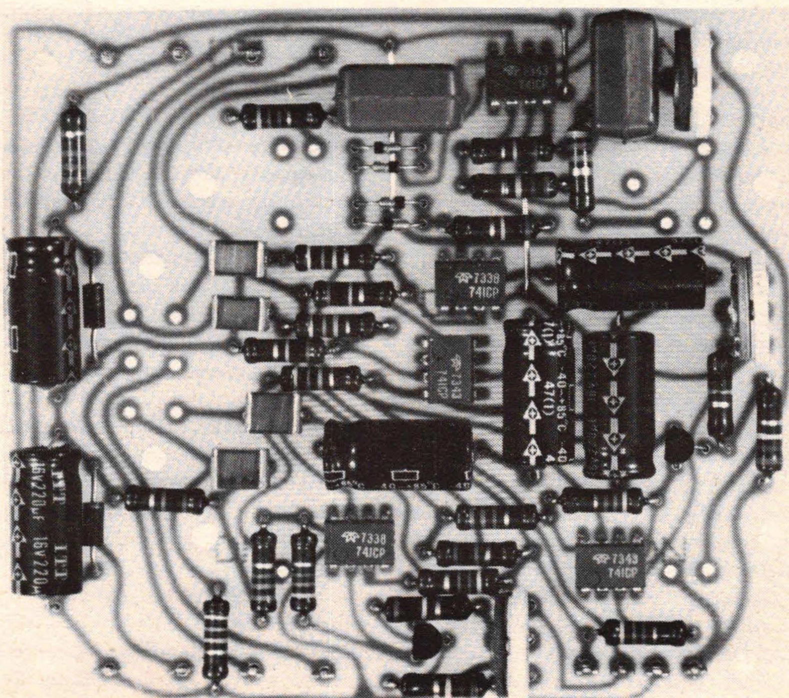
ook, dat er een reeds bekende versterkings-instelling tussen uitgang en negatieve ingang nodig is. Die versterking wordt ingesteld door de waarde van de weerstanden R 1 en R 2 uit figuur 5.

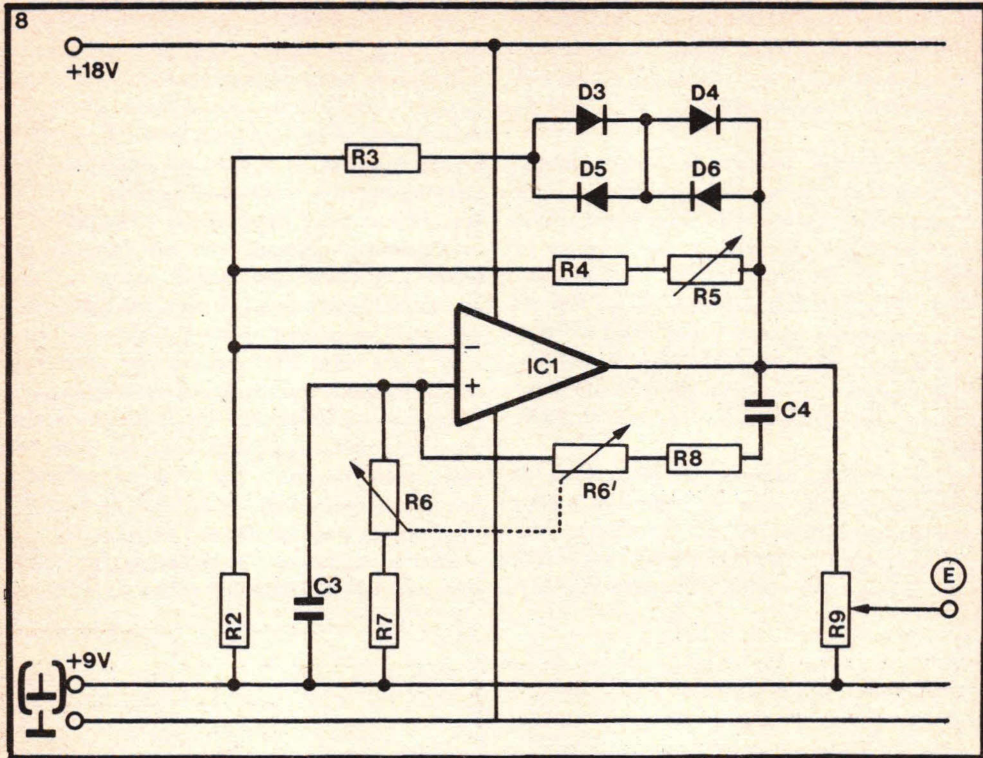
Nou is de waarde van die versterkingsfaktor zeer kritisch. Als de versterking te klein is, dan zal deze versterking niet in staat zijn de door het netwerk geïntroduceerde verzwakking te kompenseren. De generator zal dan niet werken. Is de versterking echter te groot, dan zal het bevoorrechte signaal overmoedig worden. Het zal dan zoveel versterkt worden, dat aan de uitgang van de op-amp geen mooie sinus ontstaat, maar iets dat veel lijkt op een blokgolf.

Het besluit is, dat de mate van versterking via de terugkoppeling naar de negatieve ingang precies zo groot moet zijn, als de mate van verzwakking van het fazedraaiend netwerk. Nou is het gewoon onmogelijk, de versterking bijvoorbeeld door middel van een potmetertje op die waarde in te stellen. Zelfs de miniemste afwijking van de juiste potmeterinstelling zal tot gevolg hebben, dat de sinus aan de uitgang ofwel uitsterft, ofwel vervormt tot een blokgolf.

Er moet dus een of andere automatische versterkingsregeling ingebouwd worden.

Hoe dit kan toont figuur 7. De weerstand R 1 uit figuur 5 is vervangen door een instelpotmetertje. Over deze potmeter is een netwerkje geplaatst, bestaande uit de serieschakeling van een grote weerstand en twee diodes. De werking is als volgt. Stel, dat men de weerstand van de potmeter nul maakt. De versterking van de trap is dan gelijk aan één en de sinusspanning kan niet opgebouwd worden. Door het verdraaien van de loper van de potmeter neemt zijn weerstand, en dus ook de versterking van de trap, toe. Op een bepaald moment wordt de kritische versterkingsgrens overschreden en de schakeling zal op de beschre-





Figuur 8. Het praktische schema van de gebruikte sinusgenerator. De terugkoppellus voor het regelen van de versterking is nu opgebouwd door middel van vier diodes.

ven manier een signaal op de uitgang opwekken. Men draait de potmeter nog even verder open. De versterking van de trap wordt dan dus te groot en aan de uitgang zou een vervormde sinus verschijnen, als men geen rekening zou houden met de funktie van het ekstra weerstand-diode netwerkje.

Kijk, zolang de spanning aan de uitgang van de op-amp kleiner is dan 0,7 volt, geleiden de dioden niet en staat de weerstand R 3 erbij als pietje snot. Hij speelt dus niet mee en de versterking van de trap wordt alleen bepaald door de verhouding van de weerstanden R 1 en R 2. Als het signaal aan de uitgang groter wordt dan 0,7 volt, dan gaat één van de diodes geleiden, afhankelijk van de polariteit van de uitgangsspanning. De weerstand R 3 wordt dan parallel geschakeld over de potmeter R 1. De waarde van de weerstand tussen uitgang en ingang gaat dus dalen (de totale weerstand van twee parallel geschakelde weerstanden is steeds kleiner dan de kleinste der weerstanden). De versterking van de kring neemt af, de uitgangsspanning daalt. Op een bepaald moment is de grens van 0,7 volt bereikt en de diode gaat weerom sperren.

Door het invoeren van de kombinatie R 3 - D 1 - D 2 heeft men dus een automatische versterkingsregeling verkregen, die ervoor zorgt dat op de uitgang een sinusspanning met een konstante amplitudo verschijnt.

DE PRAKTISCHE SCHAKELING

De praktische schakeling van de sinusgenerator is getekend in figuur 8. Men herkent daarin zonder meer de basisschakeling van figuur 7, voorzien van enige ekstra's die het leven veraangenamen.

Het fazeverschuivend netwerk is opgebouwd uit de onderdelen C 3, C 4, R 6, R 7 en R 8. De frekwentie is omgekeerd evenredig met de grootte van de kondensatoren. De zeer lage

frekwenties noodzaken het gebruik van zeer grote kondensatoren: 1 mikro-farad. Dit mogen beslist geen elektrolitische kondensatoren zijn. Polyester eksemplaren zijn aangewezen, wegens hun kleine afmetingen. De frekwentie wordt gevarieerd door middel van de stereopotmeter R 6. Een logaritmisch eksemplaar geeft de beste frekwentieverdeling over het volledige bereik.

De versterkingsterugkoppeling is opgebouwd uit deserieschakeling van een trimmer en een vaste weerstand. De automatische versterkingsregeling is samengesteld uit vier siliciumdiodes. Het voordeel van deze kombinatie is, dat de uitgangsspanning een hogere waarde heeft.

De schakeling heeft het nadeel dat er een trimmer (R 5) in zit, die dus afgeregeld moet worden. Op deze afregeling komen we in een later stadium terug. De uitgang van de schakeling wordt rechtstreeks aangeboden aan een potmeter R 9. Met deze potmeter kan de modulatiediepte ingesteld worden. Merk op, dat de uitgang van de op-amp zonder tussenschakeling van de gebruikelijke scheidingskondensator met de potmeter verbonden is. Dit kan niet anders. De zeer lage frekwentie zou een erg grote kondensator noodzakelijk maken.

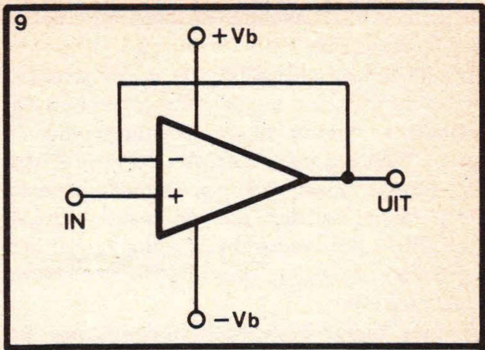
Merk verder op, dat de onderzijde van de potmeter niet verbonden is met de echte massa, maar met de kunstmatig gevormde massa, die op een gelijkspanningspotentiaal staat dat eksakt gelegen is tussen massa en de voedingsspanning.

DE BUFFER

Tussen de ingang van de tremolo en de modulator moet een buffer komen, die de ingang een hoge ingangsimpedantie geeft en een lage uitgangsimpedantie levert aan de modulator. Ook deze schakeling is opgebouwd met een operationele versterker. De basisschakeling is getekend in figuur 9.

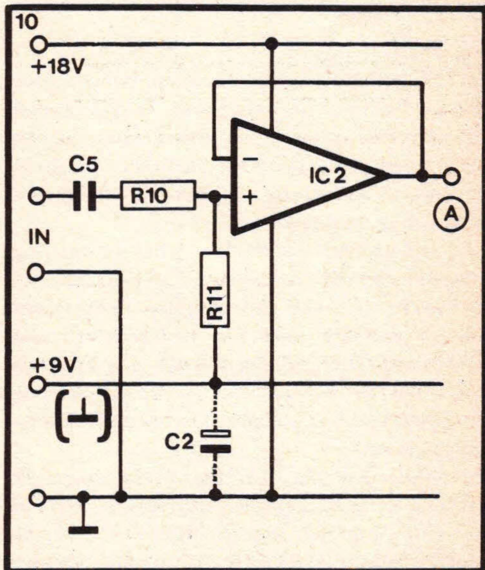
Behalve de reeds genoemde karakteristieke impedanties heeft deze schakeling nog een eigenschap. Het signaal aan de uitgang is gelijk aan het signaal aan de positieve ingang. De versterking is dus gelijk aan een.

Deze eigenschap is het gemakkelijkst te verklaren. Zoals men weet heeft een op-amp als hoogste streven het gelijk maken van de spanningen aan zijn beide ingangen. In dit specifieke geval wordt de volledige uitgangsspanning



Figuur 9. De ingangsbuffer is een zogenaamde spanningsvolger, met een zeer hoge ingangs- en een zeer lage uitgangsimpedantie.

Figuur 10. Het praktische schema van de ingangsbuffer. Het ingangssignaal wordt verzwakt, zodat het met de juiste amplitudo aan de modulator wordt aangeboden.



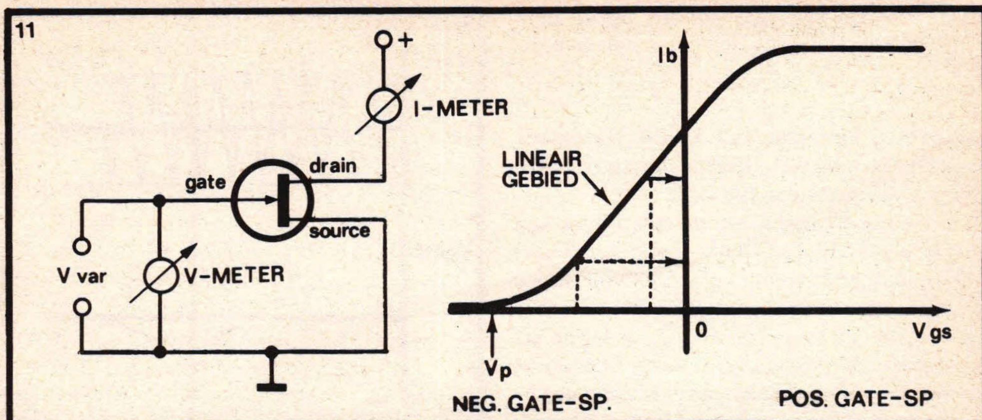
teruggekoppeld naar de negatieve ingang. De negatieve ingang kan dus maar alleen gelijk zijn aan de positieve ingang, als de uitgang eksakt gelijk is aan de ingang van de schakeling.

Hoe het komt dat de ingangsimpedantie zeer hoog en de uitgangsimpedantie zeer laag is, valt niet te verklaren zonder een grondige studie van de interne schakeling van de op-amp. Dit zou veel te ver voeren in het kader van dit artikel.

De praktische schakeling van de buffer is getekend in figuur 10.
De ingangsspanning, afkomstig van de geluidsbron waarvan men het geluid met tremolo wil behandelen, wordt via een scheidingskondensator C 5 en een spanningsdeler R 10 - R 11 aan de positieve ingang van de op-amp toegevoerd. Deze spanningsdeler, die het ingangssignaal ongeveer 5 keer verzwakt, is nodig, omdat het signaal aan de ingang van de modulator niet te groot mag zijn.
Uit deze figuur blijkt zeer duidelijk, hoe dit sisteem met 'valse' massa werkt. Het ingangssignaal wordt toegevoerd tussen het ingangspunt en de echte massa. Deze echte massa is echter door middel van de grote kondensator C 2 in de voeding verbonden met de kunstmatige massa. De wisselstroomweerstand van die kondensator is echter verwaarloosbaar klein, zodat het signaal ook over de weerstand R 11 staat. De spanning over deze weerstand is de ingangsspanning van de op-amp.

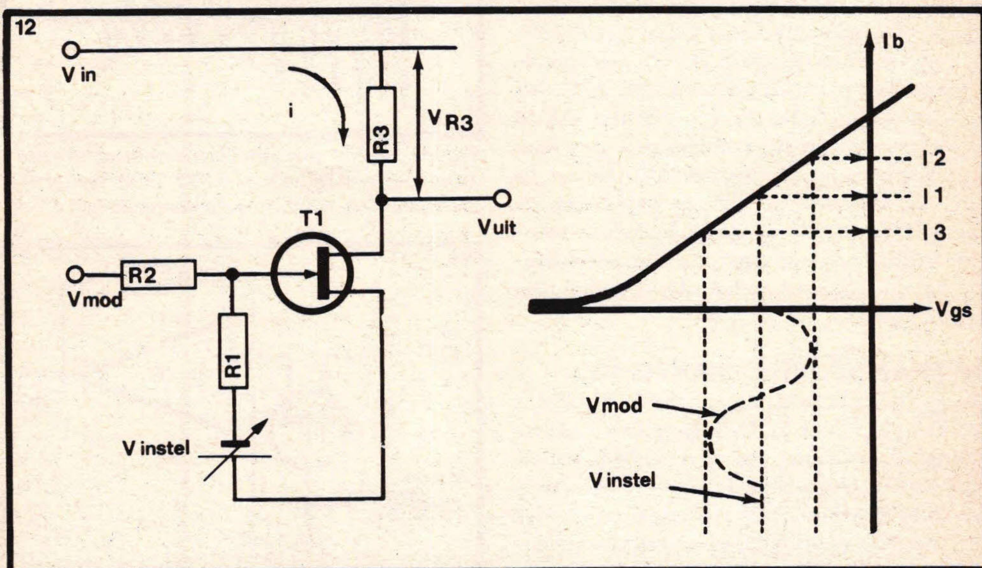
DE MODULATIE

De schakeling, die we ontwikkeld hebben voor het moduleren van het signaal is opgebouwd uit een FET (veld effekt transistor) en een op-amp en is nog nooit eerder in dit tijdschrift gebruikt. Vandaar dat we uitvoerig bij de werking zullen verpozen.
In de inleiding is reeds gezegd, dat de werking van een tremolo vergeleken kan worden met het verdraaien van een volumepotmeter, met andere woorden met het variëren van een weerstand. Dit is precies wat we ook bij de elektronische schakeling doen: we variëren de weerstand van een element op een elektronische manier.
Een onderdeel dat zich zeer leent voor zo'n elektronische weerstandsvariatie is de FET. In het derde nummer van dit tijdschrift is in de reeks 'Waarom werkt het zo?' al een en ander verteld over de werking van de FET.
In figuur 11 is de voor deze toepassing belangrijke eigenschap nogmaals getekend. Als we een stroommeter in serie met de drain leiding opnemen, en we meten de stroom die door de FET vloeit als we de spanning tussen gate en source variëren, dan stellen we het volgende vast. Als de gate-spanning erg negatief is ten opzichte van de source, dan meten we geen stroom. Maken we de spanning minder negatief, dan zal er op een bepaald ogenblik een kleine stroom door de FET gaan lopen. Deze spanning noemen we de afknijpspanning van de halfgeleider. Als we de spanning op de gate verder verhogen, dan stellen we vast dat de stroom door de FET steeds meer toeneemt. In het begin verloopt deze stijging niet lineair. Dat wil zeggen dat, als we de spanning op de gate telkens met eenzelfde bedragje veranderen, de stroom door de halfgeleider niet steeds met eenzelfde bedrag toeneemt. Dit gebied is het niet lineaire gedeelte van de karakteristiek. Als de gate-spanning de spanning op de source nog meer benadert, dan zal de stroom door de FET wel lineair toenemen. Dit gebied is het lineaire gedeelte van de karakteristiek. Op een bepaald ogenblik is de gate-spanning nul, dus gelijk aan de source-spanning. We zetten het eksperiment verder, maar maken nu de gate-spanning positief ten opzichte van de source. De stroom blijft lineair toenemen. Bij een bepaalde spanning zal de stroom niet meer zo driftig gaan stijgen en bij nog grotere spanning op de gate stellen we zelfs vast, dat de stroom door de FET ongeveer konstant blijft.
Uit dit eksperiment kan men besluiten dat er een bepaald gebied is in de gate-source spanning, waarbij de stroom door de FET lineair verloopt met deze spanning. In dit gebied gedraagt de FET zich als een weerstand, waarvan de waarde te variëren is door de spanning tussen gate en source te veranderen. In principe is het dus mogelijk een spanning te moduleren met het schema van figuur 12. De ingangsspanning, waarvan de amplitudo gemoduleerd moet worden, is aangesloten op de serieschakeling van een weerstand R 3 en een FET T 1. De uitgang wordt afgetakt tussen de weerstand en de FET.
Aan de gate van de halfgeleider worden twee spanningen gelegd: de modulatiespanning Vmod en een instelspanning Vinst. Beide spanningen worden door middel van weerstanden R 2 en R 1 van elkaar gescheiden. De instelspanning, een gelijkspanning, wordt nu zo geregeld, dat de FET in het midden van zijn lineaire gebied is ingesteld.
Uit de grafiek volgt, dat de stroom door de halfgeleider in dat geval gelijk is aan I 1. Deze stroom vloeit uiteraard eveneens door de voorschakelweerstand R 3 en veroorzaakt over deze weerstand een bepaalde spanningsval. De



Figuur 11. Enige teorie over de FET. De stroom door de halfgeleider blijkt op een zeer bepaalde manier afhankelijk te zijn van de spanning tussen gate en source.

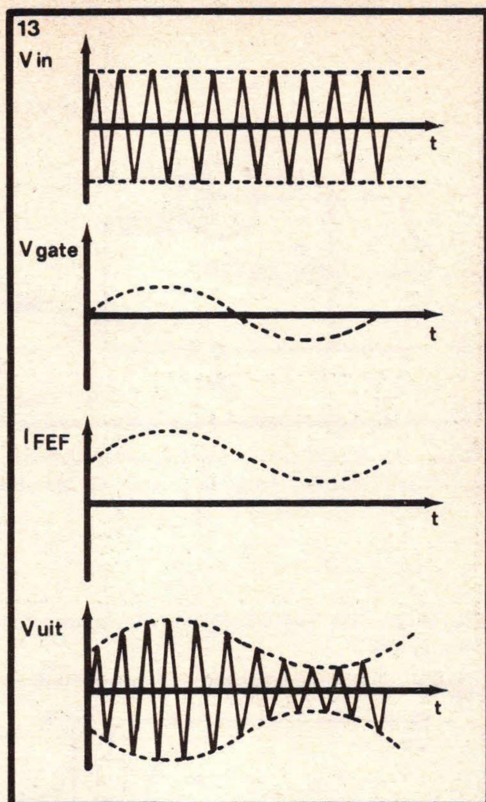
Figuur 12. Het moduleren van de ingangsspanning ontstaat door de variatie van de stroom door de FET.



uitgangsspanning is dan gelijk aan de ingangsspanning, minus de spanningsval over de weerstand R 3.

De laagfrekwente modulatiespanning, die via de weerstand R 2 aan de gate van de FET wordt gelegd, zal tot gevolg hebben dat de gatespanning varieert rond de instelspanning. Uiteraard zal dan ook de stroom door de halfgeleider schommelen, en wel op het ritme van en lineair met de modulatiespanning. Deze variërende stroom heeft tot gevolg, dat de spanningsval over de weerstand R 3 eveneens schommelt op hetzelfde ritme.

Besluit: de grootte van de uitgangsspanning zal



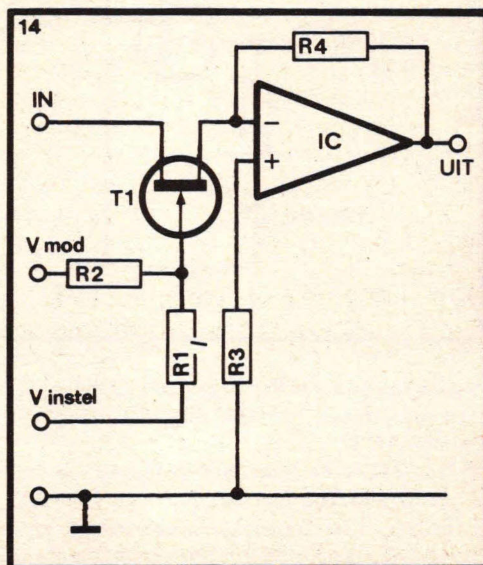
Figuur 13. De spanningsvormen op de verschillende punten van de schakeling van figuur 12.

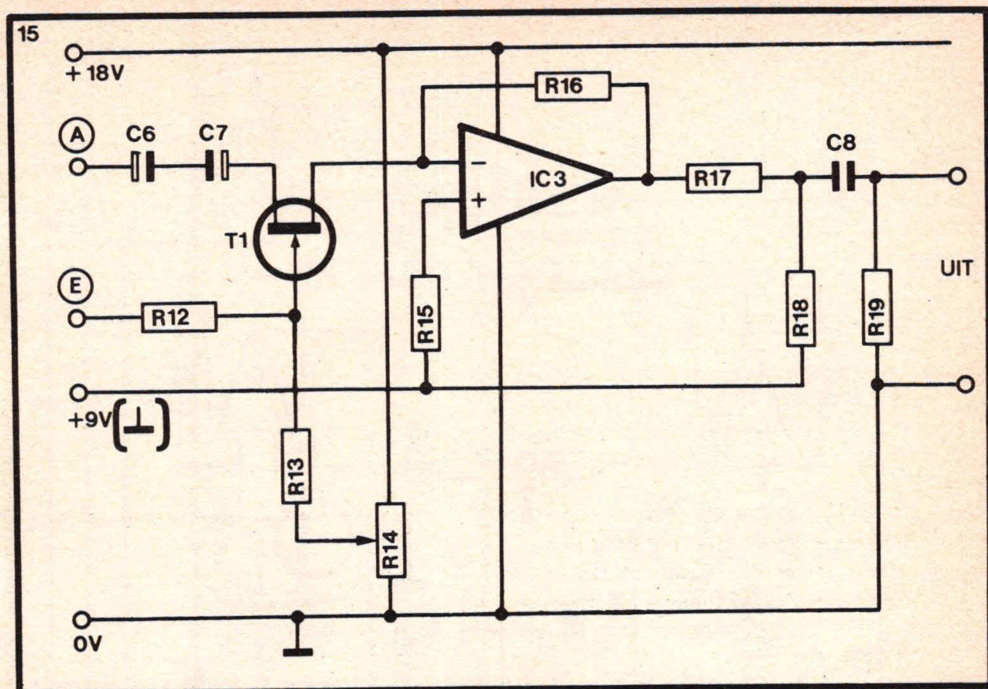
variëren op het ritme van de modulatiespanning. De werking van de schakeling is nog eens grafisch voorgesteld in figuur 13.
Deze eenvoudige schakeling heeft echter een groot nadeel. Het lineaire verband tussen gate-spanning en stroom door de FET gaat alleen op, als de spanning over de FET (de spanning tussen drain en source) erg klein is. Als de ingangsspanning groter is dan enige honderden milli-volt, dan gaat dit lineaire verband verloren en ontstaan vervormingen op de uitgangsspanning.
De FET moet dus gestuurd worden met erg kleine signalen en dit kan alleen als de halfgeleider wordt opgenomen in een versterkingssisteem. Dat is geschetst in figuur 14. Een operationele versterker is geschakeld als inverterende versterker. De versterking van zo'n trap wordt bepaald door de verhouding van de weerstanden tussen ingang en negatieve input van de op-amp en tussen de uitgang en dezelfde input. Uit het schema blijkt, dat een van die weerstanden is vervangen door een FET. Als nu deze halfgeleider in zijn lineaire gebied wordt ingesteld en de spanning op de gate rond dit instelpunt wordt gevarieerd, dan zal de FET als variabele weerstand werken en de versterking van de op-amp schakeling beïnvloeden. De uitgangsspanning van de schakeling zal dus variëren op het ritme van het modulatiesignaal.

DE PRAKTISCHE SCHAKELING

De gebruikte schakeling van de modulator is getekend in figuur 15. De ingang van de schakeling wordt aangesloten op de uitgang van de buffer, met tussenschakeling van twee in serie geschakelde elko's. Deze kondensatoren spelen de rol van de gebruikelijke scheidingskondensator tussen twee trappen. Omdat de ingangsimpedantie van de modulator erg laag is, moet de scheidingskondensator erg groot zijn. Men moet dus een elko gebruiken. Een elko is, zoals men weet, gepolariseerd, dat wil zeggen dat hij een aansluiting heeft die positief moet zijn en een aansluiting die negatief moet zijn. De spanning op punt A kan echter zowel positief als negatief worden ten opzichte van het

Figuur 14. Het principe van amplitudo-modulatie door middel van een FET in de terugkoppellus van een operationele versterker.





Figuur 15. Het praktische schema van de modulator. De gemoduleerde uitgangsspanning wordt door middel van een spanningsdeler afgenomen van de uitgang van het IC.

kunstmatige massapunt. Vandaar dat twee elko's in serie worden geschakeld, met de min aan de min.

De instelspanning van de FET wordt afgetapt van de loper van de potmeter R 14, geschakeld tussen positieve en negatieve voedingsspanning. Deze instelling is het enige kwalijke punt van de schakeling. Bij de fabrikage van FET's heeft men de ligging van het lineaire gebied niet goed in de hand. Er kunnen dus, zelfs bij FET's van hetzelfde type en in dezelfde procesgang vervaardigd, grote afwijkingen voorkomen. Vandaar dat iedere FET individueel ingesteld moet worden door middel van de potmeter.

De modulatiespanning wordt via de hoge weerstand gemengd met de instelspanning. De beide grote weerstanden R 12 en R 13 vormen in feite de bij de 'Mini-miks' beschreven resistieve menger, die het instelpotentiaal mengt met de sinus van de modulatiespanning.

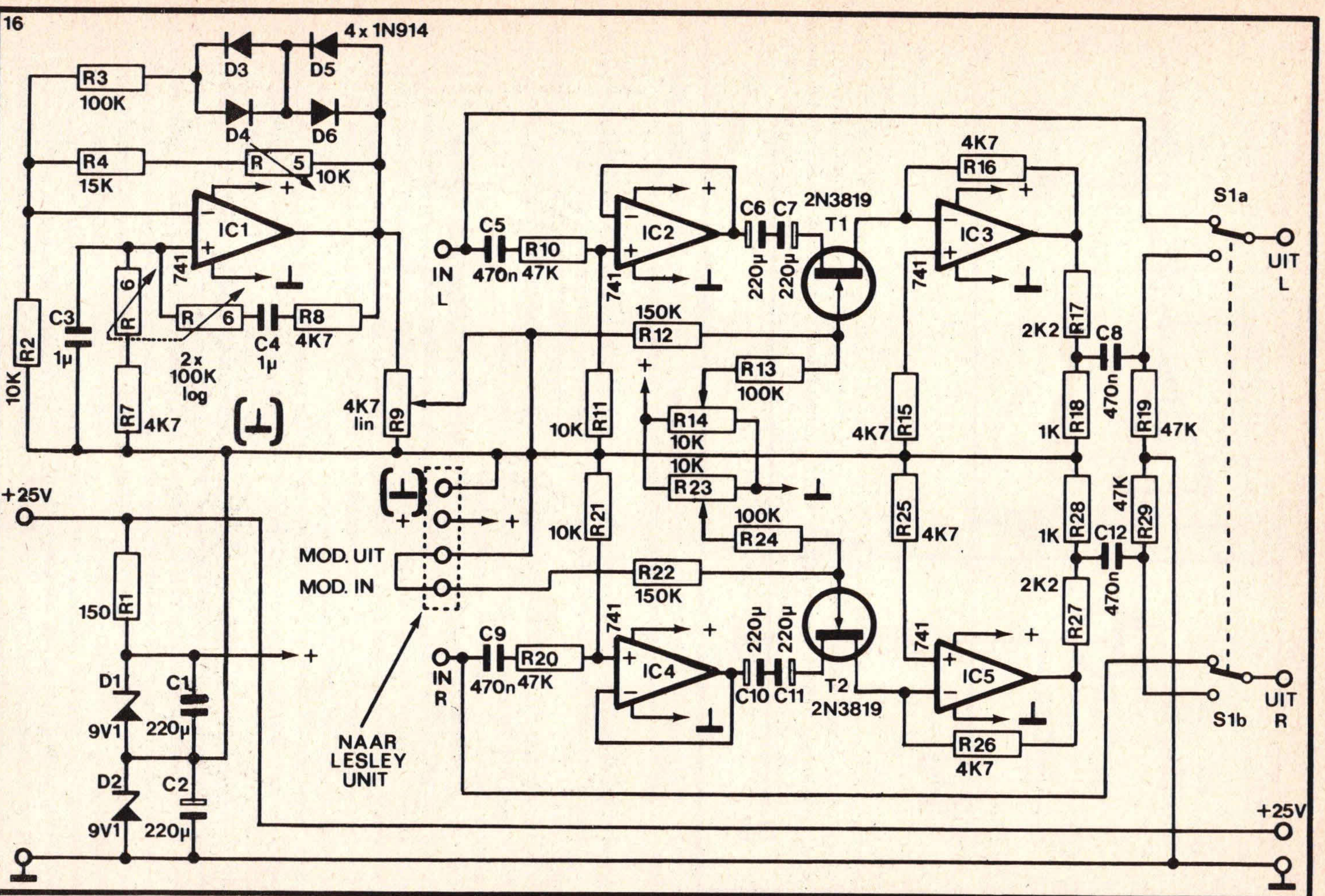
De uitgang van de operationele versterker wordt door middel van de spanningsdeler R 17 en R 18 zo verzwakt, dat het nivo aan de uitgang gelijk is aan de spanning op de ingang. Het moduul heeft dus een versterking van één, wat zonder meer een noodzaak is.

Het netwerkje C 8 - R 19 biedt het getremoloseerde muzieksignaal aan aan de volgende schakeling.

HET VOLLEDIGE SCHEMA

Het volledige schema van de 'Tremolo in moduultechniek' is getekend in figuur 16. Het schema is uiteraard dubbel uitgevoerd, omdat we het moduul willen opnemen in een stereoketen.

Eén opmerking: de uitgang van de modulatiedieptepotmeter R 9 voedt rechtstreeks de linker modulator. De rechtermodulator wordt echter door middel van een draadbruggetje met de potmeter verbonden. Dit is noodzakelijk als men de tremolo-unit wil uitbreiden tot een elektronische lesley. De rechter modulator wordt dan met een signaal gestuurd, dat afgeleid wordt uit de modulatiespanning. Vandaar dat beide punten naar soldeerlipjes aan de rand van de print gevoerd worden, evenals de positieve voedingsspanning en het kunstmatige massapunt.


16
S1a
UIT L
S1b
UIT R
+25V
R19 47K
R29 47K
C8 470n
C12 470n
R17 2K2
R18 1K
R28 1K
R27 2K2
R16 4K7
IC3
R26 4K7
IC5
R15 4K7
R25 4K7
741
T1 2N3819
T2 2N3819
C6 C7 220µ
C10 C11 220µ
R13 100K
R24 100K
R14 10K
R23 10K
IC2
IC4
R12 150K
R22 150K
R11 10K
R21 10K
R10 47K
R20 47K
C5 470n
C9 470n
IN L
IN R
NAAR LESLEY UNIT
MOD. UIT
MOD. IN
R9 4K7 lin
4 x 1N914
D3
D4
D5
D6
R3 100K
R4 15K
R 5 10K
IC1
R8 4K7
C4 1µ
2x 100K log
R 6
R7 4K7
C3 1µ
R2 10K
R1 150
D1 9V1
D2 9V1
C1 220µ
C2 220µ

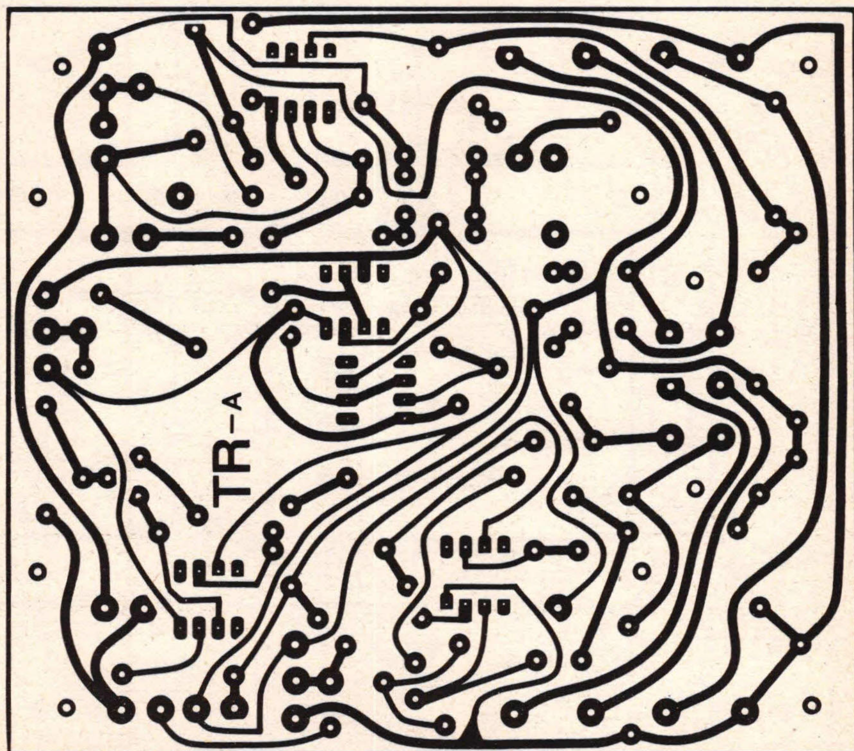
Door middel van een dubbele omschakelaar S 1 kan de volledige schakeling overbrugd worden. De ingang van het moduul wordt dan rechtstreeks verbonden met de uitgang. Hoewel het natuurlijk ook mogelijk is de tremolo op non-aktief te zetten door het dichtdraaien van de modulatiepotmeter, is het zonder meer beter de tremolo te overbruggen, als men er geen behoefte aan heeft. Iedere elektronische schakeling wekt immers een bepaalde vervorming op, en hoe minder vervorming in een keten, hoe beter.

DE BOUW

De print van de schakeling is getekend in figuur 17. De grootte van de print wordt verklaard door het feit dat alle onderdelen erop zitten, dus ook de aan-uit schakelaar en de potmeters. Uiteraard zijn schuifpotmeters gebruikt. Een deel van de print gaat verloren voor de schakeling, omdat een heleboel verbindingen van de in- naar de uitgang noodzakelijk zijn. Deze konstruktie heeft natuurlijk wel het voordeel, dat de bouw zeer eenvoudig wordt en de print door middel van zeer korte draadjes verbonden kan worden met de overige modulen.

De bestukking van de print is getekend in figuur 18. Uit deze figuur volgt, dat een aantal onderdelen onder de schuifpotmeters gesitueerd zijn. Dat kan zonder meer, want deze laatste onderdelen kunnen toch niet op de print gemonteerd worden, daar de instelpotmetertjes hoger zijn dan het lichaam van de potmeters. Er zijn verschillende soorten schuifpotmeters in de handel. De merken AB, Radiohm en Preh zijn gestandaardiseerd en kunnen dus door elkaar gebruikt worden.

Bij de bouw moet op enige dingen gelet worden. Allereerst zijn voor de geïntegreerde schakelingen zowel de mini-dil als de ronde uitvoering bruikbaar. In figuur 19 wordt de aansluitkode van beide huisjes met elkaar vergeleken. Let bij de montage van de vijf IC's goed op de positie van de identifikatienok. De



stereo-potmeter kan op twee manieren gemonteerd worden. Uiteraard is slechts één metode goed. Alle merken hebben een zevende aansluiting, die verbonden moet worden met de massa en intern een afscherming vormt tussen de beide helften van de potmeter. Deze aansluiting komt aan de bovenzijde van de print.

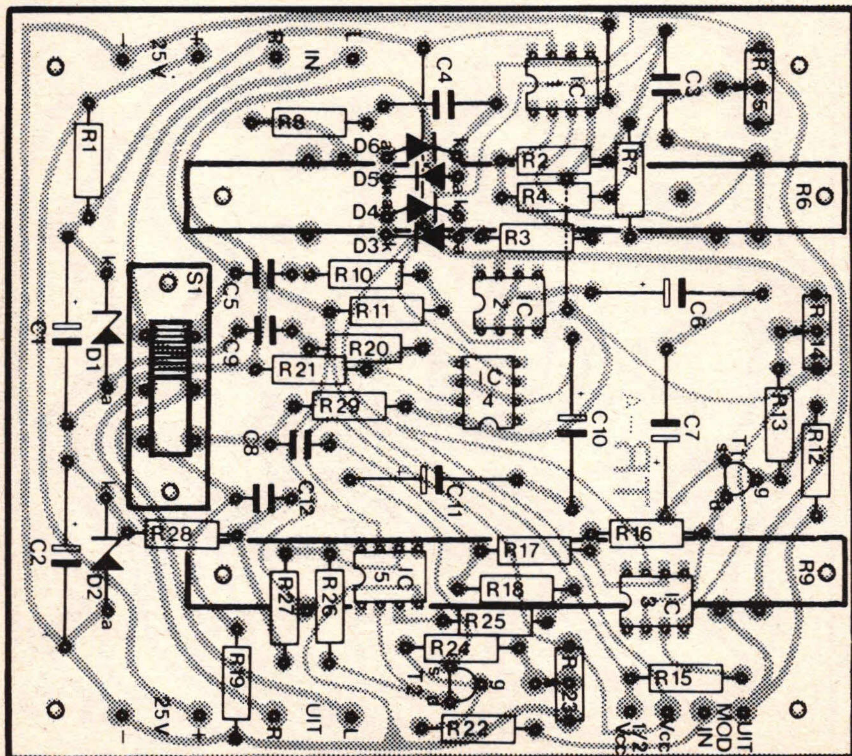
De montage begint met het solderen van de 12 soldeerlipjes voor de verschillende in- en uitgangen. Nadien worden alle weerstanden en kondensatoren gesoldeerd, waarbij men moet letten op de polariteit van de elko's. Vervolgens komen de halfgeleiders aan de beurt. De FET's zitten in een plastik huisje en hebben een afgeplatte kant. Uit figuur 18 volgt de positie van deze onderdelen.

Aan de aansluitlipjes van de potmeters worden vervolgens kleine draadjes gesoldeerd, bijvoorbeeld de afgeknipte draadjes van de weerstanden. Deze draadjes worden door de bijbehorende gaatjes in de print gestoken, en de potmeters kunnen door middel van M 3 boutjes en afstandsbusjes van 5 mm op de print geschroefd worden. De lichamen van de potmeters zijn voorzien van gaten met M 3 schroefdraad, dus die montage gaat erg eenvoudig. AB en Preh verlangen schroefjes van 10 mm, Radiohm is alleen tevreden met schroeven van 20 mm lengte.

De montage van de aan-uit schakelaar gaat op dezelfde manier. Ook hier dus zes draadjes aan de lipjes solderen en nadien de schakelaar op de print schroeven met tussenvoeging van afstandsbusjes van 22 mm. Afstandsbusjes, die enigszins te kort zijn, kunnen worden opgevuld door een aantal ringetjes tussen te voegen.

Vervolgens kan een frontplaatje vervaardigd worden. Dit plaatje kan uit aluminium gemaakt worden, maar ook uit epoxy printmateriaal, dat erg goed te bewerken is. Het frontje heeft dezelfde breedte als de print, maar heeft een lengte van 13 centimeter.

DENK AAN DE 3 DRAADBRUGGEN!



WEERSTANDEN:

R 1=150 ohm, 1/2 watt
R 2= 10 k-ohm, 1/4 watt
R 3=100 k-ohm, 1/4 watt
R 4= 15 k-ohm, 1/4 watt
R 5= 10 k-ohm, trimmer
R 6=100 k-ohm, log schuifpot, stereo
R 7= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 8= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 9= 4,7 k-ohm, lin schuifpot, mono
R 10= 47 k-ohm, 1/4 watt
R 11= 10 k-ohm, 1/4 watt
R 12=150 k-ohm, 1/4 watt
R 13=100 k-ohm, 1/4 watt
R 14= 10 k-ohm, trimmer
R 15= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 16= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 17= 2,2 k-ohm, 1/4 watt
R 18= 1 k-ohm, 1/4 watt
R 19= 47 k-ohm, 1/4 watt
R 20= 47 k-ohm, 1/4 watt
R 21= 10 k-ohm, 1/4 watt
R 22=150 k-ohm, 1/4 watt
R 23= 10 k-ohm, trimmer
R 24=100 k-ohm, 1/4 watt
R 25= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 26= 4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 27= 2,2 k-ohm, 1/4 watt
R 28= 1 k-ohm, 1/4 watt
R 29= 47 k-ohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:

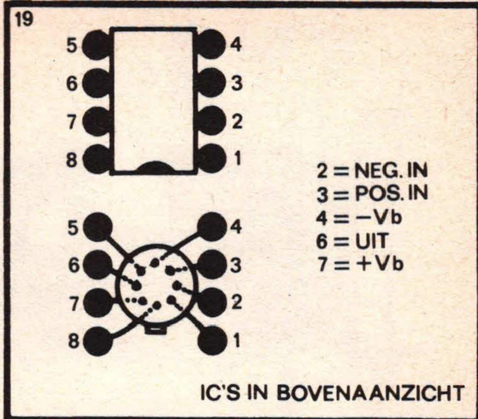
C 1=220 uF, 16 V aksiale elko
C 2=220 uF, 16 V aksiale elko
C 3= 1 uF, polyester
C 4= 1 uF, polyester
C 5=470 nF, Siemens MKM
C 6=220 uF, 16 V aksiale elko
C 7=220 uF, 16 V aksiale elko
C 8=470 nF, Siemens MKM
C 9=470 nF, Siemens MKM
C 10=220 uF, 16 V aksiale elko
C 11=220 uF, 16 V aksiale elko
C 12=470 nF, Siemens MKM

HALFGELEIDERS:

D 1=9,1 V zenerdiode, 1 watt
D 2=9,1 V zenerdiode, 1 watt
D 3=1 N 914
D 4=1 N 914 IC 1=741 op-amp
D 5=1 N 914 IC 2=741 op-amp
D 6=1 N 914 IC 3=741 op-amp
T 1=2 N 3819 IC 4=741 op-amp
T 2=2 N 3819 IC 5=741 op-amp

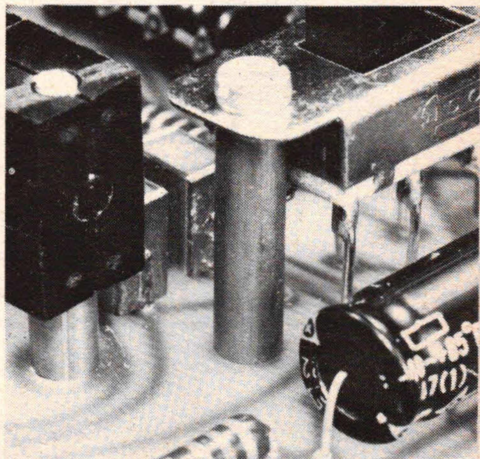
DIVERSEN:

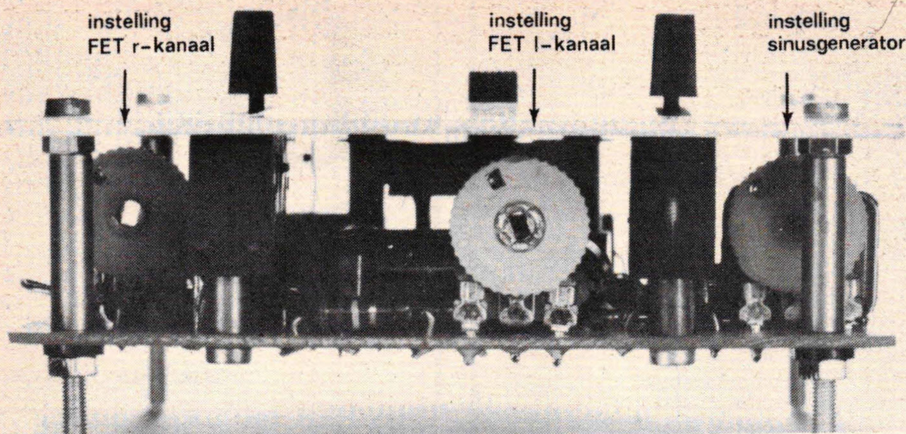
schuifschakelaar, twee maal om, groot model



Figuur 19. Het monteren van de op-amps in de print is afhankelijk van de vorm van de schakelingen. Boven een mini-dil, onder een ronde.

De vervelendste klus is uiteraard het maken van de gleuven voor de potmeters. Meestal zal er niets anders op zitten dan een reeks kleine gaatjes onder elkaar te boren, en nadien deze gaatjes uit te vijlen met sleutelvijltjes tot de juiste breedte verkregen is. Ook het rechthoekige gat voor de schakelaar moet zo vervaardigd worden.





instelling
FET r-kanaal
instelling
FET l-kanaal
instelling
sinusgenerator

20

HET GEBRUIK

Tot nu toe zijn we er in geslaagd alle bouwbeschrijvingen in dit tijdschrift zonder enige vorm van afregeling tot stand te brengen. Hier kon dit niet, omdat de FET's een veel te grote spreiding hebben. Het afregelen van de drie potmetertjes gaat zonder ingewikkelde meetinstrumenten als volgt.

Het moduul wordt verbonden met een voedingsspanning van + 25 volt. Voor deze voeding is hetzelfde schemaatje bruikbaar dat gepubliceerd is in het vorige nummer bij de LED VU-meter. De frekwentiepotmeter wordt in de hoogste stand gedraaid, evenals de modulatieregelaar (100 %). Een op wisselspanning geschakelde universeelmeter wordt nu tussen de aansluitlipjes 'mod uit' en '+ 9 volt' geschakeld. De potmeter in de terugkoppellus van de sinusgenerator wordt verdraaid, tot de meter een spanning van 4 volt aanwijst. De generator levert dan een mooie sinus.

Het instellen van het werkpunt van de FET's kan het eenvoudigst met een muzieksignaal aan de ingang. Dit signaal kan afkomstig zijn van een rekorder of een tuner. De modulatiediepteregelaar wordt ingesteld op 0 %. De trimmers worden nu zo afgeregeld, dat het signaal aan de uitgang van het moduul even luid klinkt met ingeschakelde tremolo als met uitgeschakelde tremolo. Door middel van de schuifschakelaar kan snel van de ene toestand naar de andere omgeschakeld worden.

De uitgang van de tremolo kan rechtstreeks gestuurd worden naar de ingang van een eindversterker of naar de tuner ingang van een normale versterker. Het signaal aan de ingang van de tremolo mag niet groter zijn dan een halve volt.

Als het moduul onverhoopt niet moest werken, dan kan aan de hand van de spanningsplattegrond van figuur 20 nagegaan worden waar de fout in de besturing zit. Alle spanningen zijn gemeten met een op gelijkspanning geschakelde universeelmeter met een gevoeligheid van 20000 ohm per volt. De modulatiepotmeter staat op 100 %, de frekwentie is ingesteld op 30 hertz. Er ligt geen signaal aan de ingang.

Dixons

echt waar...
bij Dixons kan het!

Dixons, Europa's grootste filiaalbedrijf in foto, film en geluid. Nu in Nederland met 38 filialen. Straks (binnen 2 jaar) met 50 grandioze filialen. Omzetontwikkeling: verdubbeling. Straks.....?

Een ongekende expansie en daarom ongekende groeimogelijkheden voor enthousiaste mensen. Razendsnelle carrières op alle niveau's mogelijk. Dixons biedt U méér dan zo maar een job. Persoonlijke groeikansen, ook in Europees verband, ondersteund door gedegen praktische en theoretische training.

Informeer vrijblijvend bij Dixons personeelsafd., 010-375044 OF: Vul de bon in. Wij zenden U een handige brochure met nadere details.

Naam: ....

Adres: ....

Woonplaats: ....

Doe hem in een open enveloppe (niet frankeren) en zend deze naar: Dixons Antwoordnummer, 421 Rotterdam.

POP.E I



P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

- Alleen technische vragen, ideeën en opmerkingen naar 'Redaktie P.E., postbus 441 te Maastricht - 5000'. Alle overige post (abonnementen, advertenties) naar 'Uitgeverij Born B.V., postbus 22 te Assen - 8500'.
- Behandel één vraag per brief en stuur steeds een antwoordpostzegel mee. Brieven zonder postzegel worden niet meer beantwoord!
- Vragen over P.E.-artikelen worden uitvoerig beantwoord, alle overige vragen zo goed mogelijk. Wij weten echter ook niet alles over alles!
- Geef steeds zoveel mogelijk technische informaties, zoals spanningen, schema's en gebruikte onderdelen.
- Vragen over Hi-Fi apparatuur kunt U veel beter beantwoord krijgen door de redaktie van ons zustertijdschrift 'Stereo-Hi-Fi-Test', postbus 22 te Assen - 8500.
- Alle vraagstellers krijgen een persoonlijk antwoord. Algemene vragen worden bovendien in deze rubriek afgedrukt. Als U Uw vraag echter op een ongunstig moment opstuurt, namelijk als wij druk bezig zijn met het volgende nummer, dan kan het antwoord wel enige weken op zich laten wachten! Wij hebben helaas slechts twee handen.

BANDREKORDERAANSLUITING OP ZWARTEDOOSJESVERSTERKER

Een lezer vraagt ons om advies voor het maken van een aansluiting op de Zwarte-doosjes-versterker ('P.E.' nummer 2) om het geluid op een bandrekorder op te nemen.

Deze ekstra aansluiting is op een eenvoudige manier te realiseren. Wij maken gebruik van de reeds gemonteerde DIN-aansluiting waarmee de bandrekorder met de versterker verbonden is. De reeds gebruikte aansluitlipjes 3 en 5 blijven we gebruiken voor het voeren van het door de bandrekorder tijdens de weergave afgegeven signaal naar het linker- respektievelijk rechterkanaal van de ingangsprint van de versterker. Hieraan verandert dus niets.
Vanaf deze ingangsprint lopen twee draden naar de versterkerprints: een gewone draad naar de ingang van de nabijgelegen linkerprint en een afgeschermde draad naar de verderaf gelegen rechterprint. Wij nemen nu twee stukken afgeschermde draad en monteren deze aan de linker- en rechteruitgang van de ingangsprint. Hierbij hoeven we alleen de binnenader aan te sluiten; de afscherming wordt hier niet aangesloten. Met deze twee stukken afgeschermde draad gaan we terug naar de bandrekorderingang. De draad van het linkerkanaal sluiten we aan op aansluitlipje 1 van het chassisdeel; de andere draad gaat naar aansluitlipje 4. Aan deze kant van de verbinding sluiten we de afschermingen wél aan: ze worden allebei verbonden met aansluitlipje 2, en zodoende via de bestaande leidingen ook met de massa van de versterker.
In figuur 1 is een en ander verduidelijkt.

AFREGELING P.E. LICHTDIMMER

De heer T. de M. te A. plaatst een opmerking die de moeite van het overpeinzen waard is. Bij de bouwbeschrijving van de 'P.E. lichtdimmer' in nummer 7 wordt de nabouwer geadviseerd de trimpotentiometer zodanig af te regelen, dat bij dichtgedraaide (hoofd)potentiometer de aangesloten lamp juist gedoofd is. Met de potentiometer kan de lichtsterkte dan tussen nul en vol worden geregeld.
Onze lezer is van mening, dat hierdoor de gebruiker van de lichtdimmer in de verleiding komt om, als hij het licht wil uitdoen, simpelweg de knop linksom te draaien.
Nu is het zo dat deze lichtdimmer, al is hij bijzonder goed ontstoord voor radio en televisie,

P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

1

TU
TA
PU
S1
R19
R9
R3
T2
R5
R7
C3
R10
D1
naar chassisdeel „PICK-UP"
(punt 2 en massa)
3
5
2
4
1
„TAPE"
rechts
links

toch een zekere netvervuiling blijft veroorzaken. Deze stoorpulsen op het lichtnet blijven doorgaan, ook als de potmeter helemaal naar links is gedraaid en het licht dus uit is. De heer de M. stelt daarom voor, de trimmer zodanig af te regelen dat bij dichtgedraaide potmeter de lamp toch nog min of meer duidelijk blijft branden. Wil men het licht geheel doven, dan is men verplicht de netschakelaar van de dimmer om te zetten, waardoor de netvervuiling uiteraard geheel verleden tijd is.

Naar onze mening heeft de heer de M. gelijk met zijn opmerking, en als de lichtdimmer gebruikt wordt in de huiskamer o.i.d. is er in het geheel geen bezwaar tegen. Anders wordt het uiteraard als de dimmer gebruikt wordt in filmzaaltjes en dergelijke, waar het lichtnivo wel degelijk kontinu tot nul geregeld moet kunnen worden. Waarna men natuurlijk wel weer alsnog de schakelaar uit zou kunnen zetten.





DE SUPER SPANNINGSBRON

DEEL 1

UITGANGSSPANNING: 3 VOLT TOT 30 VOLT

UITGANGSSTROOM INSTELBAAR TUSSEN 1,3 A EN 50 mA

INWENDIGE WEERSTAND: 40 MILLI-OHM

BROM EN RUIS BIJ VOLLE BELASTING: 5 MILLI-VOLT

SLECHTS 4 TRANSISTOREN EN 1 IC

Toen wij in het derde nummer de 'Spanningsbron', een eenvoudig gestabiliseerd voedinkje, beschreven, dachten wij dat hiermee de voedingsbehoeften wel voor enige tijd bevredigd zouden zijn. De 'Wens Top-tien' leert echter anders. Een gestabiliseerde voeding is opgerukt tot de achtste plaats. De wensen van de verschillende inzenders variëerden nogal. Sommigen wilden een regelbereik tot en met 100 volt, anderen wilden stromen tot 5 ampère. Het is duidelijk dat voor zulke ekstreme eisen geen plaats is in een blad als 'Populaire Electronica'. Bij het ontwerpen van een gestabiliseerde voeding voor dit populaire blad moeten dus kompromissen gesloten worden. Uitgaande van het gebruik dat men van een dergelijke schakeling zal maken, namelijk het voeden van eksperimentele schakelingen, kunnen enige uitgangspunten opgesteld worden. Zo is het duidelijk dat de eis van een regelbereik van nul volt af in de praktijk erg weinig nut heeft. In ieder geval staat het voordeel van zo'n regelbereik niet in verhouding tot de ekstra elektronika die ervoor nodig is. Zo ook komt men snel tot de konklusie, dat een maksimaal stroombereik van 1 ampère meer dan voldoende is voor alle denkbare toepassingen. Wel is het erg handig, als de stroombegrenzing op verschillende waarden ingesteld kan worden.
Zoals bij onze bouwbeschrijvingen gebruikelijk is, wordt ook dit artikel geopend met een vrij uitvoerig verhaal over het principe van elektronische spanningsstabilisatie en de verschillende metodes van stroombegrenzing.

TOTALE BOUWPRIJS: FL200

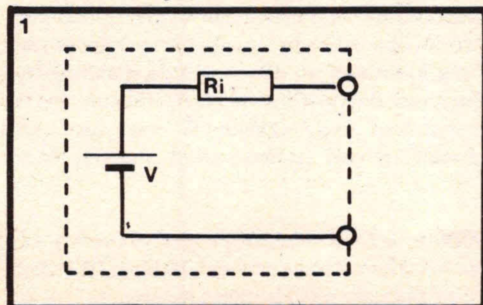
INKLUSIEF KAST EN METERS (FL 100!)

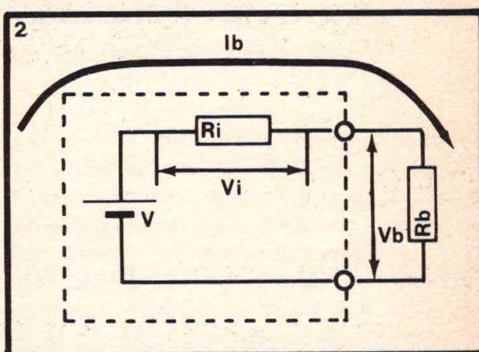
INLEIDING

In deze inleiding willen we het even hebben over de noodzaak van het stabiliseren van een spanning. Alles in de natuur heeft een bepaalde elektrische weerstand, meestal de inwendige weerstand genoemd. Deze weerstand is de oorzaak van het verschijnsel dat de spanning die een spanningsbron, stel een batterij, levert variëert als de stroom die uit de bron wordt betrokken, verandert.

In figuur 1 is het elektrische vervangende schema (het zogenaamde ekwivalente schema) van een willekeurige spanningsbron getekend. De spanningsbron kan voorgesteld worden door de serieschakeling van een ideale spanningsbron, zonder enige slechte karaktertrekken, en een zuivere weerstand. De spanning V van de ideale spanningsbron is gelijk aan de waarde van de spanning, die in onbelaste toestand tussen de klemmen van de 'reële' bron gemeten wordt. Wij gaan er nou maar even van uit dat het mogelijk is de spanning te meten zonder de batterij te belasten. Dit kan alleen door middel van zeer ingewikkelde kompensatie meetmetoden.

Figuur 1. Zo kan in de teoretische elektriciteit iedere spanningsbron voorgesteld worden: de serieschakeling van een ideale spanningsbron en een inwendige weerstand.





Figuur 2. Het nadeel van een niet elektronisch gestabiliseerde spanningsbron: over de inwendige weerstand ontstaat bij belasting een spanningsval.

De weerstand Ri, de inwendige weerstand, is een denkbeeldige weerstand. Hij bestaat niet in de vorm van een van de bekende koolweerstandjes ergens in de schakeling, maar is samengesteld uit een heleboel vaak zelfs erg verborgen faktoren, meestal van fisische aard. Zo bepaalt bijvoorbeeld de samenstelling van het zuur in een akku in hoge mate de grootte van de inwendige weerstand.

In figuur 2 is getekend, wat er gebeurt als men de spanningsbron van figuur 1 gaat belasten door er een weerstand op aan te sluiten.

Er vloeit dan uiteraard een stroom door de keten, waarvan de grootte wordt bepaald door de som van de inwendige weerstand Ri van de spanningsbron en de belastingsweerstand Rb. Uiteraard is deze laatste veel groter dan de in-

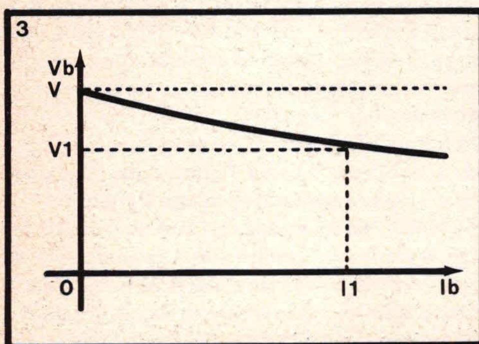


wendige weerstand. Als er door een weerstand een stroom vloeit, dan zal er over deze weerstand een spanning ontstaan, dat wist reeds de oude heer Ohm. De grootte van deze spanning is evenredig met de waarde van de weerstand en de sterkte van de stroom. Het gevolg is dus, dat over de kleine onzichtbare inwendige weerstand van de spanningsbron een kleine spanning ontstaat. De grootte van deze spanning is afhankelijk van de waarde van de stroom. De spanning Vb, die men meet over de klemmen van de batterij, is dus niet meer gelijk aan de spanningswaarde van de 'ideale' bron V, maar zal kleiner zijn. Hoe meer stroom men uit de bron put, hoe groter de spanningsval over de inwendige weerstand zal zijn, en hoe minder spanning er over blijft aan de uitgang.

Als we nou een grafiekje tekenen, waarin we deze uitgangsspanning tekenen in funktie van de stroom, dan ziet er dat uit als geschetst in figuur 3. De uitgangsspanning van de batterij blijft dus niet konstant op de gestippeld getekende waarde V, maar zal langzaam afnemen. Bij een bepaalde stroom I 1 zal de spanning van de batterij gedaald zijn tot de waarde V 1.

Nou lijkt dit niet zo erg. Toch kan deze spanningsval, veroorzaakt door de inwendige weerstand van de voeding, nare gevolgen hebben.

In figuur 2 wordt de belastingsweerstand gevormd door een konstante weerstand Rb. In de meeste gevallen zal echter deze belasting niet een reële weerstand zijn. Als men bijvoorbeeld een voeding belast met een geluidsvermogenversterker, dan is de belasting van de voeding afhankelijk van de uitsturing van de versterker. Als de versterker een klein signaal verwerkt, dan zal de belastingsstroom van de voeding klein zijn en dan is ook de spanningsdaling van de voeding verwaarloosbaar. Als de versterker een signaalpiek versterkt, dan vraagt hij veel stroom van de voeding en zal

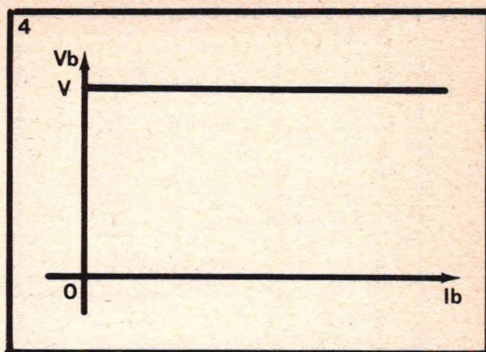


Figuur 3. De uitgangsspanning in funktie van de belastingsstroom van een batterij. De spanning daalt, als de belasting toeneemt.

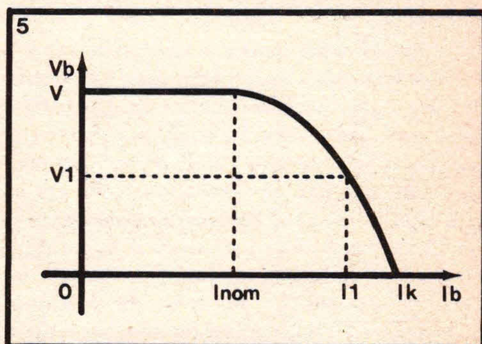
bijgevolg de spanningsval over de inwendige weerstand van de voeding aanzienlijk zijn. Met andere woorden: de uitgangspanning van de voeding zal enigzins variëren op het ritme van het aan de versterker aangelegde signaal. Als die spanningsvariaties te groot zijn, dan bestaat het gevaar dat deze variërende voedingsspanning in het versterkersisteem terecht komt. De versterker gaat dan 'motorboten', wat gekenmerkt wordt door een ploffend geluid, dat veel gelijkenis vertoont met het stationair draaien van een buitenboordmotor.
Het is dus duidelijk dat het erg belangrijk is, de uitgangsspanning van een voeding onder alle normale omstandigheden zo konstant mogelijk te houden. De inwendige weerstand moet dus kunstmatig zo laag mogelijk gemaakt worden. De enige manier waarop dat kan is door het stabiliseren van de voeding.
Door deze stabilisatie zal de spanningsdaling, veroorzaakt door de inwendige weerstand van de voeding, automatisch gekompenseerd worden.
De stroom-spanningskarakteristiek van een gestabiliseerde voeding is in figuur 4 getekend. De uitgangsspanning blijft nu konstant.
Uiteraard heeft een gestabiliseerde voeding nog een ander groot voordeel. Door in te grijpen in het stabilisatiesisteem is het erg eenvoudig de uitgangsspanning van de voeding op iedere gewenste waarde in te stellen.

STROOMBEGRENZING

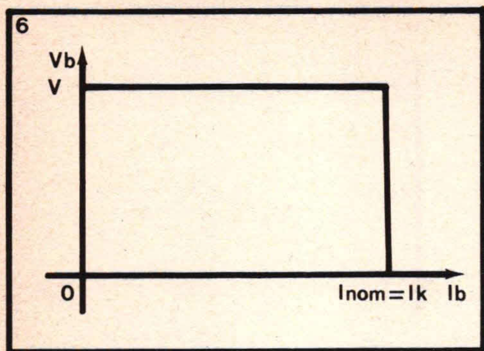
Een normale, ongestabiliseerde voeding is zeer wel in staat overbelasting of zelfs kortsluitingen gedurende een kleine tijd te doorstaan. De inwendige weerstand zorgt er immers voor, dat de stroom op een bepaalde waarde begrensd wordt. Anders is dit bij een gestabiliseerde voeding. Het ingebouwde regelsisteem zal, ook bij kortsluiting, pogen de gewenste uitgangsspanning in stand te houden. De stroom wordt dan zo groot, dat de elektronische onderdelen in de voeding dadelijk de geest geven. Er moet dus een of andere vorm van stroombegrenzing ingebouwd worden.
Het eenvoudigste sisteem zorgt ervoor, dat de spanning aan de uitgang van de voeding bij overbelasting of kortsluiting automatisch daalt. De stroom zal dan natuurlijk ook dalen en op een veilige waarde begrensd worden. De stroom-spanningskarakteristiek van een dergelijke voeding is getekend in figuur 5. Tot aan de normale maksimale stroom Inom (nominale stroom) verloopt de karakteristiek zoals getekend in figuur 4. De uitgangsspanning blijft konstant op de ingestelde waarde. Als de voeding overbelast wordt, dan zal de spanning gaan dalen. Deze daling verloopt geleidelijk. De stroom zal dus nog wel toenemen, maar niet meer zo stormachtig als in een niet beveiligde voeding. Als de voeding zo overbelast wordt, dat de stroom gestegen is tot de waarde I 1, dan is de spanning gereduceerd tot de waarde V 1.
Als men de voeding kortsluit, dan wordt uiteraard de uitgangsspanning gelijk aan nul. Men kan uit de grafiek aflezen, dat de stroom dan gestegen is tot de waarde Ik (kortsluitstroom).



Figuur 4. De uitgangsspanning van een gestabiliseerde voeding. De spanning geeft geen krimp als de stroom toeneemt.



Figuur 5. De eenvoudigste kortsluitbeveiliging zal de uitgangsspanning beperken als de stroom te groot dreigt te worden.



Figuur 6. Een voeding met een konstante maksimale stroom heeft, ideaal, dergelijke karakteristiek.

Bij dit zeer eenvoudig beveiligingssisteem bestaat dus toch nog een aanzienlijk verschil tussen de normale maksimale stroom Inom en de kortsluitstroom Ik. Hoe kleiner dit verschil, hoe beter natuurlijk de kwaliteit van de stroombegrenzing.

Een tweede stroombegrenzing is een logisch gevolg van bovenstaande redenering. Als het verschil tussen nominale stroom en kortsluitstroom nul is, dan heeft men een erg goede stroombegrenzing.

De grafiek van een dergelijke voeding is getekend in figuur 6. Nu is dit figuurtje erg mooi, maar ook erg idealistisch. De scherpe knik in de grafiek is in de praktijk niet haalbaar. Dit zou immers betekenen dat bij de minste overbelasting van de voeding de uitgangsspanning dadelijk nul wordt!

In figuur 7 is het belangrijkste gedeelte van de grafiek van figuur 6 wat realistischer getekend. In de praktijk is de scherpe knik in de grafiek afgerond en is er toch nog een meetbaar verschil tussen nominale stroom en kortsluitstroom.

In de grafiek van figuur 8 is tenslotte een moderne vorm van stroombegrenzing getekend. Deze gaat door het leven met de engelse benaming 'fold-back'-stroombegrenzing. Door toepassen van deze metode zal de kortsluitstroom veel lager zijn dan de nominale stroom. Dit is in feite een erg vreemde vorm van karakteristiek. Stel, dat de voeding onbelast is. De uitgangsspanning is dan uiteraard gelijk aan de gewenste waarde V. Als men de belasting langzaam verhoogt, dan zal de uitgangsstroom van de voeding even langzaam stijgen, tot tenslotte de nominale waarde Inom bereikt is. De spanning van de voeding blijft ondertussen uiteraard konstant.

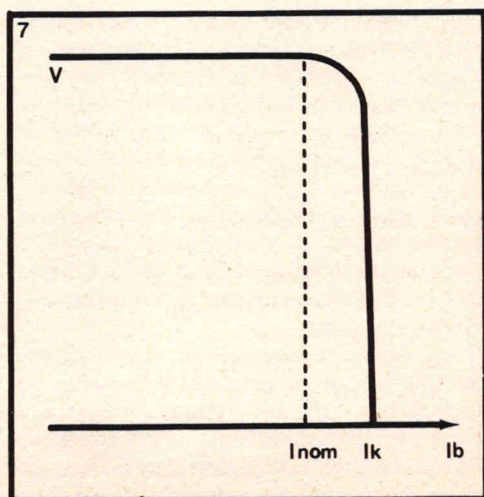
Als men de belasting nu nog meer laat toenemen, dan stelt men vast dat niet alleen de spanning gaat dalen, zoals in de vorige sistemen, maar dat eveneens de stroom afneemt. Sluit men de voeding tenslotte kort, dan stelt men vast dat de kortsluitstroom Ik erg laag is.

Op eerste zicht is het nut van een dergelijke vorm van stroombegrenzing niet in te zien. Toch heeft de 'fold-back'-stroombegrenzing voordelen.

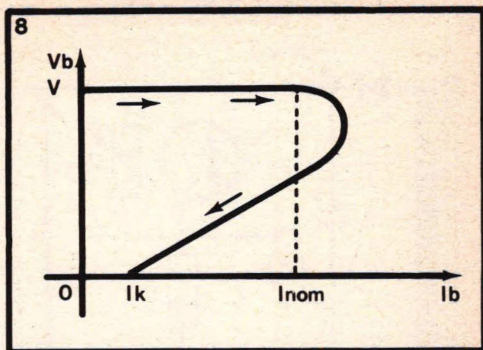
Dat is als volgt te verklaren. Zoals men weet verbruikt ieder apparaat, waardoor een elektrische stroom vloeit, een bepaald vermogen. Het vermogen dat een apparaat verbruikt is gelijk aan het produkt van de stroom, die door het apparaat vloeit en de spanning, die over het apparaat staat.

Bij een gestabiliseerde voeding wordt de gelijkspanning opgewekt door het gelijkrichten van een transformatorspanning. Met deze ongestabiliseerde spanning Vong. gebeurt van alles, om er een konstante spanning van te maken, maar in normale omstandigheden belandt het grootste gedeelte van die gelijkgerichte tra-

Figuur 7. Een uitvergroting uit de grafiek van figuur 6 maakt duidelijk, dat de overgang van konstante spanning naar konstante stroom met een bocht geschiedt.



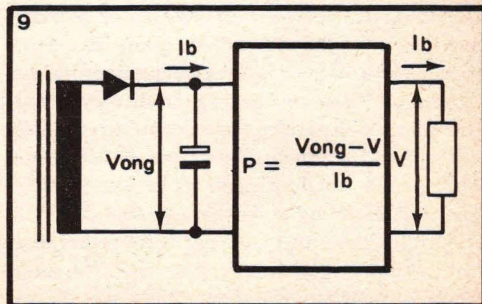
Figuur 8. De zogenaamde 'fold-back' karakteristiek heeft als voordeel dat de warmteontwikkeling bij overbelasting in de voeding beperkt blijft.



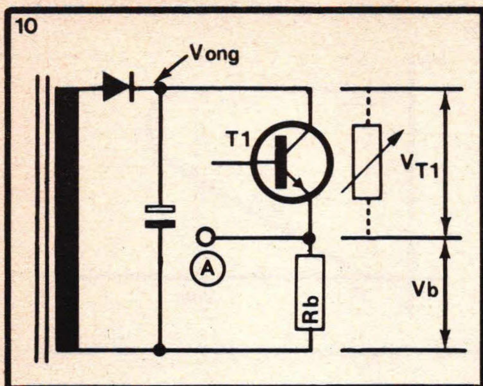
fospanning aan de uitgang van de voeding, over de gebruiker dus. Als men de voeding kortsluit, dan valt de spanning aan de uitgang van de voeding uiteraard weg. De gelijkgerichte trafospanning is echter nog wel in de voeding aanwezig. Deze spanning Vong. staat dus volledig over de interne schakeling van de voeding, zodat in deze schakeling een bepaald vermogen wordt opgewekt. Nu is het een erg onvriendelijke eigenschap van elektrisch vermogen, dat het zich hoofdzakelijk manifesteert onder de vorm van warmte. Het elektrische vermogen dat in warmte wordt omgezet is dus gelijk aan het produkt van de gelijkgerichte trafospanning maal de kortsluitstroom. Hoe kleiner deze laatste is, hoe minder warmte er in de kortgesloten voeding wordt opgewekt. Het is dus duidelijk dat de 'fold-back'-stroombegrenzing, met zijn zeer lage kortsluitstroom hier erg in het voordeel is.
Welke vorm van stroombegrenzing is nu gekozen in dit 'P.E.'-ontwerp? Wel, ondanks een zeer eenvoudige stroombegrenzingschakeling benadert de stroom-spanningskarakteristiek van onze voeding erg de grafiek van figuur 6 en figuur 7. De knik in de kurve is zeer scherp, en het verschil tussen nominale stroom en kortsluitstroom is aanvaardbaar.

STABILISATIEPRINCIPE

Zoals reeds gezegd, is het de taak van de elektronische schakeling in de gestabiliseerde voeding, de inwendige weerstand van die voeding zo klein mogelijk te maken. In figuur 10 is, zeer schematisch, geschetst hoe dit verwezenlijkt wordt.
In feite berust het stabilisatieprincipe op niets meer dan het vormen van een potentiometer. Deze potmeter is gevormd uit enerzijds de op de voeding aangesloten belasting en anderzijds een als regelbare weerstand geschakelde transistor T 1. Deze 'weerstand' wordt nu zo geregeld, dat er op het knooppunt A van beide weerstanden, de uitgang van de voeding dus, onder alle omstandigheden dezelfde spanning staat.
Als de voeding meer belast wordt, de belastingsweerstand Rb wordt dus kleiner, dan zou de spanning op punt A willen dalen. Het elektronische regelsisteem zal dan de transistor T 1 zo sturen, dat zijn 'weerstand' eveneens kleiner wordt. Als de 'weerstandsvariatie' van de transistor gelijke tred houdt met de variatie van de belastingsweerstand, dan verandert er in feite niets aan de verhouding tussen beide weerstanden van de spanningsdeler en zal dus ook de uitgangsspanning onveranderd blijven.
De volgende vraag die beantwoord moet worden is hoe die automatische regeling van de 'weerstand' van transistor T 1 gerealiseerd wordt. Hiervoor wordt beroep gedaan op een zogenaamde verschilversterker. Dit is een versterker met twee ingangen en een uitgang. Als deze verschilversterker opgenomen is in een bepaalde schakeling, dan zal de versterker de schakeling zo beïnvloeden, dat het spanningsverschil tussen zijn beide ingangen eksakt nul volt is.
In de schakeling van figuur 11 stuurt de uit-



Figuur 9. Uit dit schemaatje blijkt duidelijk, waar de warmte in een voeding vandaan komt.



Figuur 10. Het principe van spanningsstabilisatie. Een als regelbare weerstand geschakelde transistor vormt een spanningsdeler met de belasting.

gang van de verschilversterker de basis van de als weerstand fungerende transistor. Eén ingang van de versterker, de positieve, is aangesloten op een zeer konstante spanning, die dan ook niet ten onrechte de naam referentiespanning draagt. De andere ingang, de negatieve, is rechtstreeks verbonden met de uitgang van de voeding.

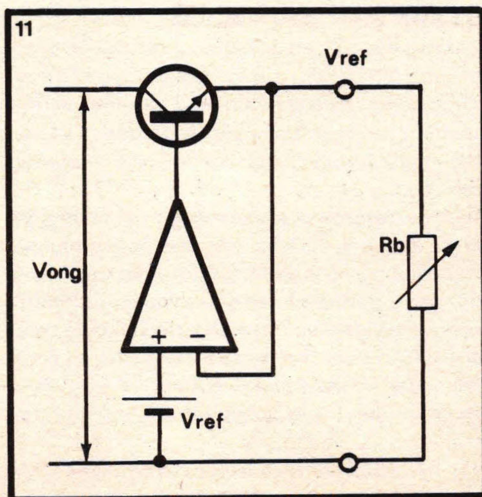
Als de verschilversterker zijn naam eer wil aandoen in deze schakeling, dan zal hij de transistor zo sturen, dat het spanningsverschil tussen zijn ingangen nul wordt. Daar de positieve ingang aangesloten is op een konstante spanning, zal de versterker de schakeling zo manipuleren, dat ook zijn negatieve ingang gelijk wordt aan de referentiespanning. Deze spanning komt dus ook op de uitgang te staan.

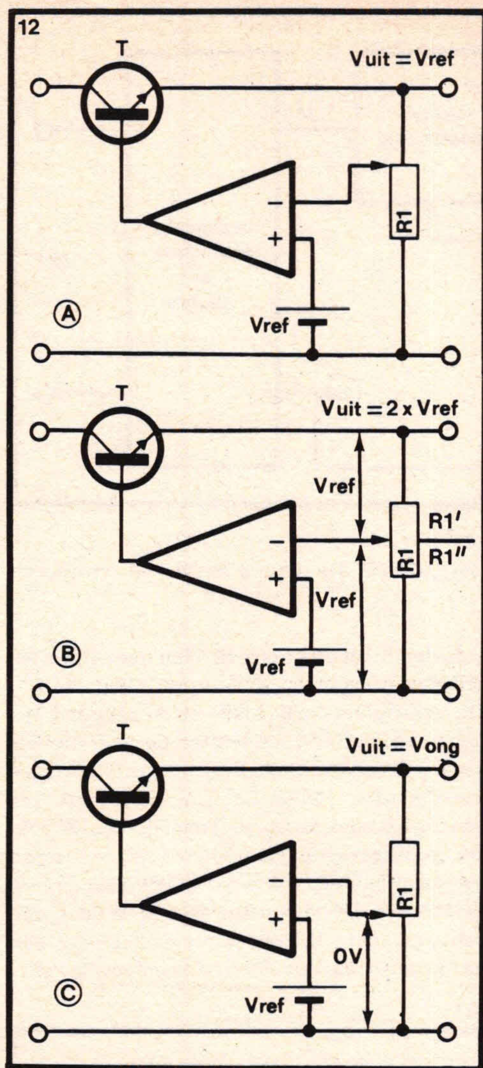
Zolang de referentiespanning konstant blijft, kan de belasting de meest vreemdsoortige kapriolen uithalen. De verschilversterker zal de transistor steeds zo sturen, dat de uitgangsspanning gelijk blijft aan de konstante referentiespanning. Als men van deze voeding een stroom-spanningskarakteristiek zou opnemen, dan zou die zonder meer voldoen aan de grafiek van figuur 4.

Uit figuur 12 volgt, dat dit schemaatje ook zeer geschikt is voor het over een groot bereik regelbaar maken van de uitgangsspanning van een gestabiliseerde voeding. In dit geval koppelt men de negatieve ingang van de verschilversterker niet rechtstreeks aan de uitgangsklem van de voeding, maar wel via een potmeter, geschakeld tussen uitgang en massa.

In figuur 12-a is de loper van de potmeter in de bovenste stand gedraaid. De negatieve spanning ligt nu wel weer rechtstreeks aan de uitgang van de voeding en de uitgangsspanning is gelijk aan de referentiespanning. In de middenste figuur is de loper eksakt in de helft van de koolbaan van de potmeter ingesteld. Wil op dit punt een spanning ontstaan, gelijk aan de referentiespanning, dan is het duidelijk dat de uitgangsspanning van de voeding gelijk moet worden aan het dubbele van de referentiespanning. Over beide gelijke potmeterdelen R1′ en R 1″ valt immers even veel spanning. In de c-figuur is de loper verplaatst naar de onderste stand. De negatieve ingang van de versterker ligt nu aan massa. Het is duidelijk dat in dit geval de spanning op die ingang nooit gelijk kan worden aan de referentiespanning. De verschilversterker zal dan de transistor T 1 volledig in geleiding sturen en de uitgangsspanning van de gestabiliseerde voeding wordt gelijk aan de ongestabiliseerde ingangsspanning Vong. Het is duidelijk dat dit een niet gewenste situatie is. In serie met de potmeter wordt daarom steeds een klein weerstandje

Figuur 11. De als regelbare weerstand geschakelde transistor wordt gestuurd door een verschilversterker, die de uitgangsspanning gelijk houdt aan een zeer stabiele referentiespanning.





Figuur 12. Uit deze figuur wordt duidelijk, hoe het sisteem van figuur 11 ook bruikbaar is voor het variëren van de uitgangsspanning van een voeding.

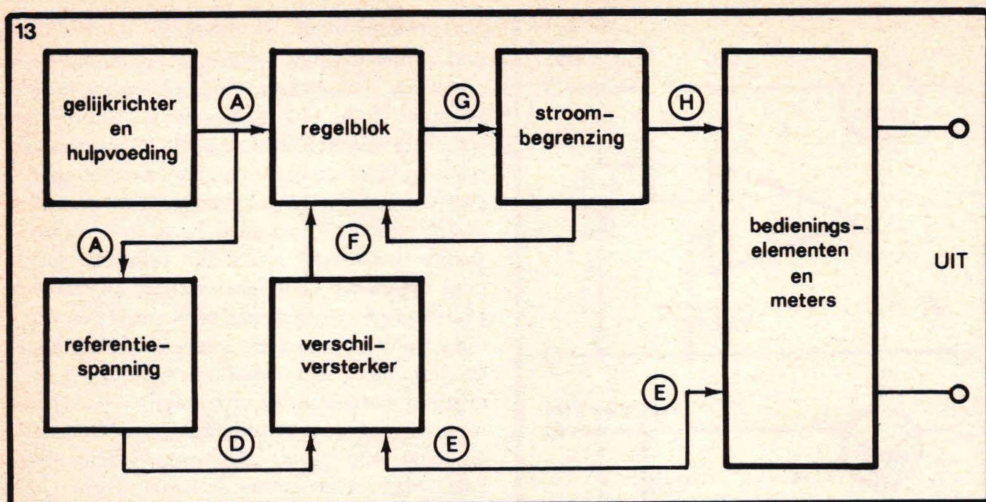
geschakeld naar massa, dat ervoor zorgt dat de verschilversterker zijn negatieve ingang bij gelijk welke instelling van de potmeter gelijk kan maken aan de referentiespanning..
In ieder geval is duidelijk dt de uitgangsspanning van de voeding kontinu variabel is door het verdraaien van de loper van de potmeter.
Uit deze principiële bespreking van het stabilisatieprincipe volgt ook duidelijk, dat de mate van stabilisatie van de voeding erg afhankelijk is van de mate waarin de referentiespanning konstant blijft. Iedere variatie in referentiespanning wreekt zich onmiddellijk door een variatie in uitgangsspanning. Nu lijkt het op het eerste gezicht helemaal geen punt om die referentiespanning konstant te houden. In professionele voedingen wordt die referentiespanning opgewekt door een volledig gescheiden elektronisch sisteem, met zelfs een eigen voedingstrafo. In een eenvoudige schakeling zoals de onze, moet deze konstante spanning echter afgeleid worden uit de ongestabiliseerde spanning, die ook de serieschakeling van transistor en belasting voedt. Deze ongestabiliseerde spanning varieert echter zeer met de mate van de belasting. Vandaar dat bij de bespreking van de praktische schakeling zal blijken, dat aan het ontwerp van deze referentiespanning de nodige zorg besteed is.
Tot slot van deze paragraaf nog een opmerking. Uit figuur 12-a volgt zonneklaar, dat de uitgangsspanning van de voeding nooit kleiner kan worden dan de waarde van de referentiespanning. Vandaar dat het spanningsbereik aan de lage kant bij onze voeding beperkt is tot 3 volt, de waarde van de gebruikte referentie. Natuurlijk heeft men sisteempjes bedacht, waarmee dit bezwaar omzeild kan worden. Zoals reeds gesteld in de ondertitel weegt de ekstra elektronika niet op tegen het nut, dat men heeft van een vanaf nul volt regelende voeding.

HET BLOKSCHEMA

Het volledige blokschema van de 'Super-Spanningsbron', weergegeven in figuur 13, bestaat in feite uit niets meer dan het principiële schema van figuur 11, aangevuld met een stroombegrenzing.
Deze verschillende blokken worden in de volgende paragrafen besproken.

DE GELIJKRICHTER

De gelijkrichtschakeling, die tevens de voedingsspanning voor de verschilversterker levert, is getekend in figuur 14.
Het net wordt door middel van een 2 ampère trafo omlaaggetransformeerd naar 30 volt. Door middel van een zware bruggelijkrichter D 1 en een grote afvlakelko C 2 wordt deze



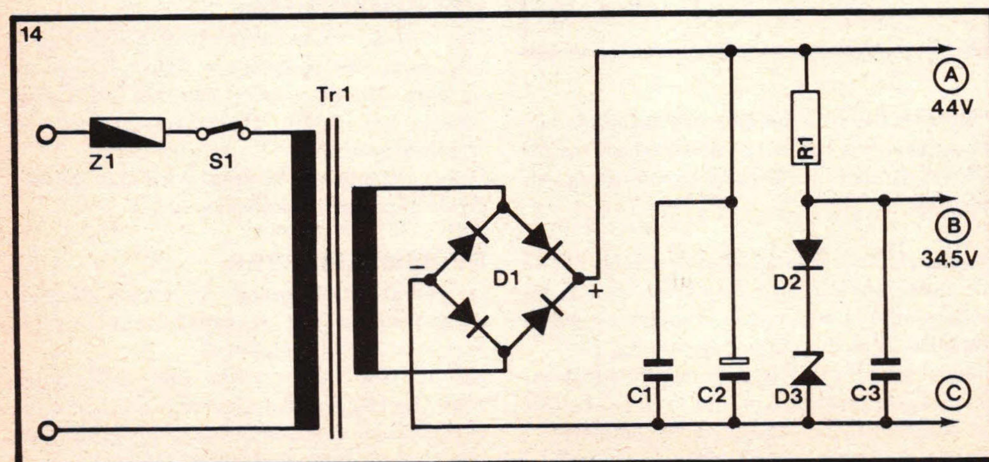
Figuur 13. Het blokschema van de 'Super-Spanningsbron'. De letters in cirkels verwijzen naar de deelschema's in de volgende figuren.

spanning gelijkgericht. Het resultaat is een gelijkspanning, die onbelast gelijk is aan ongeveer 44 volt. Als de voeding belast wordt met 1 ampère, de nominale stroom, dan zakt deze spanning in elkaar tot 37 volt.

De kleine kondensator C 1, een induktie-arm tipe, zorgt voor het kortsluiten van zeer kort durende stoorpulsjes, die via het net binnenkomen. Tegen dergelijke hoogfrekwente stoorsignalen heeft een normale elko namelijk geen enkel verweer.

De verschilversterker is voor de eenvoud opgebouwd met een geïntegreerde operationele versterker. Zo'n schakeling moet uiteraard gevoed worden. Helaas heeft het gebruikte tipe een maksimale voedingsspanning van 36 volt. De gelijkgerichte spanning is dus te hoog. Vandaar dat een eenvoudig stabilisatortje is ingebouwd. De 44 volt wordt door middel van een weerstand R 1 en de serieschakeling van een zenerdiode van 33 volt en een gewone sili-

Figuur 14. Het schema van de gelijkricht- en verschilversterker voedingskring.



Figuur 15. De zeer stabiele referentiespanning wordt opgewekt door middel van een dubbele zenerstabilisatie.

ciumdiode gestabiliseerd op ongeveer 34,5 volt. Men kan zich afvragen wat het nut is van de in serie geschakelde siliciumdiode. Wel, niets meer dan het iets verhogen van de voedingsspanning. De 33 volt van de zenerdiode is voor deze toepassing namelijk net iets te klein. De uitgangsspanning van de op-amp moet namelijk kunnen stijgen tot ongeveer 32 volt. Zonder de 0,7 volt ekstra op de voeding, veroorzaakt door de siliciumdiode, haalt hij dat net niet.

DE REFERENTIESPANNING

Zoals reeds gezegd bepaalt de stabiliteit van de referentiespanning in hoge mate de kwaliteit van de voeding. De referentiespanning van 3 volt moet afgeleid worden uit de ongestabiliseerde spanning, die variëert tussen 44 en 37 volt.

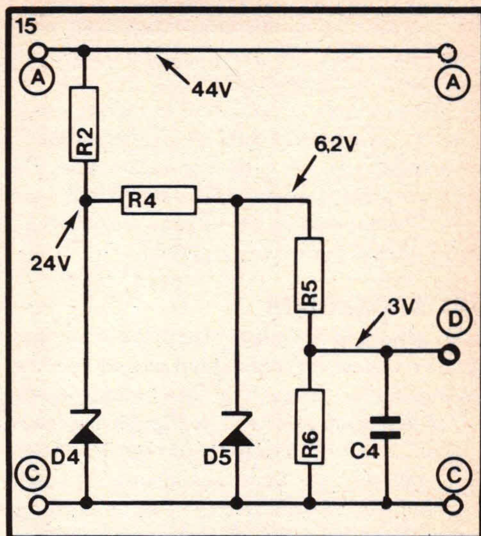
Het schema is getekend in figuur 15.

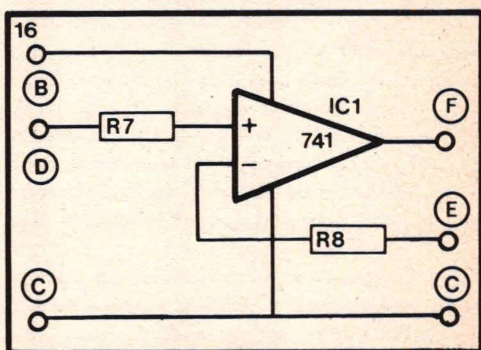
Er is gebruik gemaakt van een dubbele zenerstabilisatie. De variërende ongestabiliseerde spanning wordt eerst door middel van weerstand R 2 en zenerdiode D 4 gestabiliseerd op 24 volt. Deze eerste stabilisatiekring is echter niet in staat de schommelingen van de ongestabiliseerde spanning volledig op te vangen.

Vandaar dat uit deze voorbewerkte 24 volt spanning door middel van een tweede stabilisatiekring, opgebouwd uit de weerstand R 4 en de zenerdiode D 5, een zeer konstante spanning van 6,2 volt wordt afgeleid. Door middel van een spanningsdeler, opgebouwd uit twee gelijke weerstanden (R 5 - R 6) wordt deze spanning gehalveerd tot de gewenste 3 volt referentie.

Men kan zich uiteraard afvragen, waarom niet meteen een zener van 3,3 volt is gebruikt. Dit heeft alles te maken met de temperatuurskoëfficiënt van de zenerdiodes. De spanning over een zenerdiode is in min of meerdere mate afhankelijk van de temperatuur. Dat min of meer is afhankelijk van de spanning van de zenerdiode. Gebleken is, dat zeners van 6,2 volt zo goed als geen variatie in zenerspanning vertonen, als de temperatuur schommelt.

De elko C 4, tenslotte, zorgt voor een ekstra afvlakking van de referentiespanning. Iedere





Figuur 16. Door gebruik te maken van een operationele versterker wordt de verschilversterker zeer eenvoudig.

brom of ruis op de referentiespanning komt immers ook op de uitgang!

Al met al biedt deze vrij eenvoudige referentieschakeling een zeer bevredigende konstante spanning. De spanning op punt D verandert slechts 20 milli-volt, als de belasting van de voeding varieert tussen nul en 1 ampère. Dit is meer dan voldoende stabiel voor een dergelijke voeding.

DE VERSCHILVERSTERKER

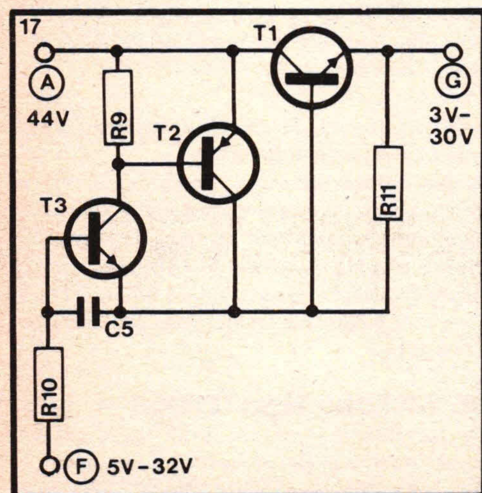
De verschilversterker is, zoals reeds gezegd, opgebouwd rond een operationele versterker. Het gebruikte eksemplaar, de 741, kenmerkt

zich niet alleen door een grote schakeleenvoud, maar bovendien door een prettige prijs en een algemene verkrijgbaarheid.
De positieve ingang van het IC is via een weerstand R 7 verbonden met de referentiespanning op punt D. De negatieve ingang gaat via een even grote weerstand R 8 naar de potmeter in het bedieningsblok. De uitgang van de schakeling, punt F, stuurt het regelblok.

HET REGELBLOK

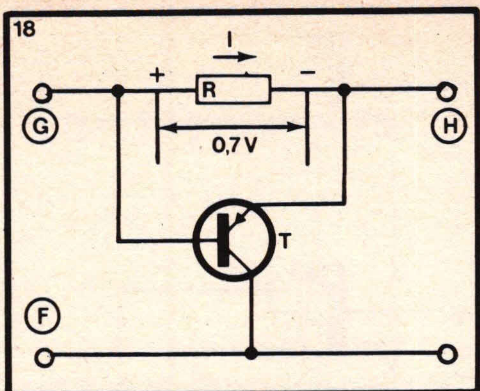
Zoals gezegd is de funktie van dit blok het min of meer weerstand in de keten van de voeding schakelen. In principe is een enkelvoudige transistor, zoals getekend in figuur 11, reeds bruikbaar. Er doet zich echter een praktisch probleempje voor. Door deze transistor vloeit de volledige belastingsstroom van de voeding, in ons geval dus 1 ampère. Er moet dus een flinke vermogenstransistor gebruikt worden. Nu heeft een dergelijke halfgeleider een vrij kleine stroomversterking. De stroom, die in de basis gepompt moet worden is dus nog vrij groot, in de orde van 50 milli-ampère. Deze stroom moet geleverd worden door de verschilversterker. Nou is het gebruikte IC wel in staat deze stuurstroom te leveren, maar door deze grote belasting zal het IC zijn korrigerende taak niet voor 100 percent vervullen. Met andere woorden, de stabilisatie van de voeding is niet zo best. Vandaar dat de ene regeltransistor uit figuur 11 te hulp gesneld wordt door enige soortgenoten.
De schakeling is getekend in figuur 17. Deze kombinatie van drie transistoren in deze schakeling staat bekend onder de naam 'superemittervolger', een naam die geen twijfel laat over de kapaciteiten van het trio.
De ingangsweerstand op de basis van T 3 is zeer hoog, zodat de operationele versterker nauwelijks belast wordt. Verder is de stroomversterking aanzienlijk. Ook als transistor T 1 de volle 1000 milli-ampère te verwerken krijgt, dan zal de stroom die in de basis van T 3 gestuurd moet worden toch erg klein zijn, iets wat de operationele versterker ten zeerste op prijs stelt.
De kleine kondensator C 5, geschakeld tussen de basis en de emitter van T 3, praat de superemittervolger iedere gedachte aan oscillatie al bij voorbaat uit het hoofd.

Figuur 17. De als regelbare weerstand figurerende transistor is in realiteit opgebouwd uit drie halfgeleiders, die de nodige stroomversterking verzorgen.



DE STROOMBEGRENZING

Het principiële schema van de stroombegrenzing van deze 'Super-Spanningsbron' is volledig identiek aan de gelijkaardige schakeling in zijn mindere broertje, de 'spanningsbron' en is getekend in figuur 18.
De werking is gebaseerd op het meten van de spanningsval, door de belastingsstroom van de voeding opgewekt over een klein weerstandje R.
Over deze weerstand is de basis-emitter junktie geschakeld van een silicium transistor. Zoals men weet gaat zo'n halfgeleider geleiden, als de basis ongeveer 0,7 volt positiever wordt dan de emitter.
Het enige wat men dus moet doen is de waarde van weerstand R zó kiezen, dat die 0,7 volt erover ontstaat bij het bereiken van de gewenste maksimale stroom.
Zolang de belastingsstroom kleiner is dan die waarde, is de spanningsval over het weerstandje kleiner dan 0,7 volt. De transistor is gesperd en speelt bijgevolg niet mee.
Als de fatale stroom overschreden wordt, dan gaat de transistor geleiden, wat wil zeggen dat de kollektor verbonden wordt met de emitter.
De emitter is aangesloten op de uitgang van de voeding, de kollektor op de uitgang van de verschilversterker of de ingang van het regel-



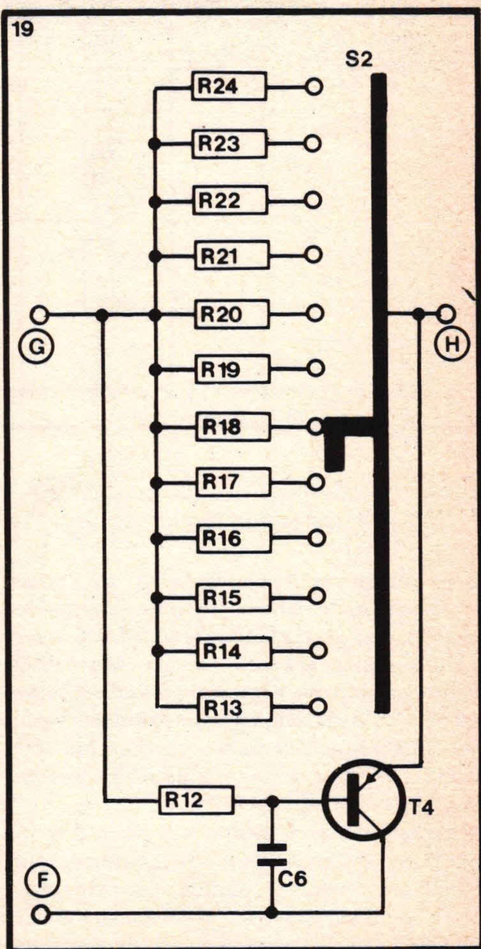
Figuur 18. Het principe van de gebruikte stroombegrenzing. De spanningsval over de weerstand is evenredig met de stroom, die er door vloeit.

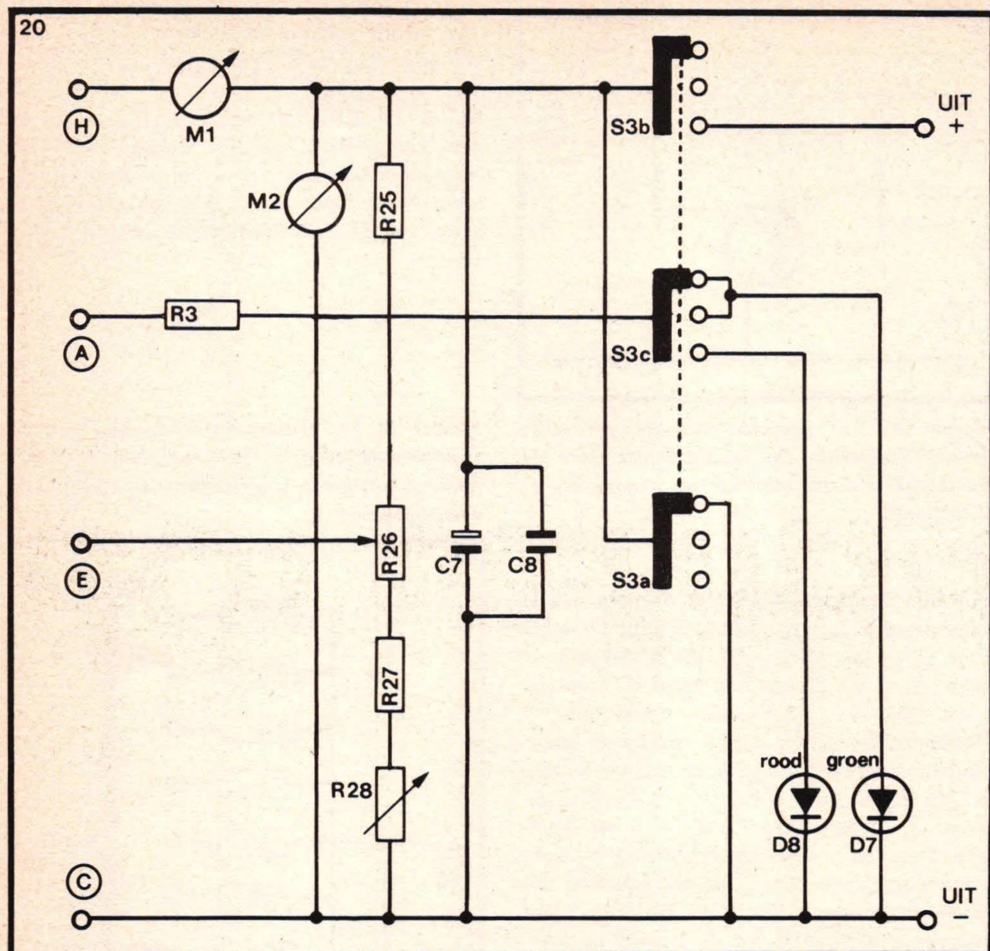
blok, het is maar zoals u het noemen wil. In ieder geval blijkt duidelijk uit figuur 17 dat dit punt (F) enige volts positiever is dan punt G. De uitgang van de voeding, punt H, is op zijn beurt weer 0,7 volt negatiever dan punt G. Tussen beide punten staat immers de spanningsval over de stroombepalende weerstand. Besluit is, dat punt H ongeveer 2,7 volt negatiever is dan de stuuringang F van het regelblok. Door het in geleiding komen van de transistor T in figuur 18 worden beide punten met elkaar verbonden. Het gevolg is dat de spanning op punt F gaat dalen. Nu bepaalt de spanning op dat punt de waarde van de uitgangsspanning. Met andere woorden: als de spanning op punt F daalt, dan volgt punt H (de uitgang) automatisch deze daling. De geleidende transistor T koppelt deze daling echter weer door naar punt F, dat nog meer in spanning gaat dalen. Deze daling is weer terug te vinden op de uitgang. Het gevolg is, dat de uitgangsspanning plotsklaps daalt. Op een bepaald ogenblik is deze daling zover doorgevoerd, dat de belastingsstroom van de voeding weer binnen de perken komt. De spanningsval over de weerstand R in figuur 18 wordt kleiner dan 0,7 volt, de transistor spert. De spanning op punt F wil weer stijgen, en dus ook de spanning op de uitgang. De stroom wordt weer te groot en de stroombegrenzing laat weer van zich horen.

Besluitend kan men stellen, dat bij overbelasting van de voeding de transistor T uit figuur 18 zich op het randje van geleiden gaat instellen.

Het is duidelijk, dat de stroom bij welke de stroombegrenzing begint te werken in te stellen is door het variëren van de waarde van de kleine weerstand. Dat is dan ook precies wat wordt gedaan in het praktische schema van figuur 19.

Figuur 19. De praktische schakeling van de stroombegrenzing schakelt gewoon verschillende groottes van weerstanden in serie met de voedingskring.





Figuur 20. De staart van de voeding. Twee meetinstrumenten en enige schakelaars zorgen voor komfortabel werken met het apparaat.

Door middel van de omschakelaar S 2 kunnen 12 verschillende stroombepalende weerstanden in de keten geschakeld worden. Deze weerstanden zijn zo gekozen, dat een evenwichtige verdeling van de begrenzingsstromen tussen 1,3 ampère en 50 milliampère verkregen wordt. De kondensator C 7 tussen basis en kollektor van T 4 zorgt voor een oscillatieloze werking van de stroombegrenzing.

Misschien vraagt u zich af wat het nut is van die 12 verschillende begrenzingsstromen. Is het beveiligen tegen kortsluiting niet voldoende? Voor het lijfsbehoud van de voeding natuurlijk wel. Echter, een dergelijke voeding wordt natuurlijk hoofdzakelijk gebruikt bij het eksperimenteren met allerhande schakelingen. Het is dan erg handig, als men de maksimum door de voeding te leveren stroom kan instellen op bijvoorbeeld 100 milli-ampère.

DE BEDIENING

De verschillende bedieningselementen zijn weergegeven in figuur 20.

In de eerste plaats vallen twee meters op, een 1 ampère meter, geschakeld in de stroomkring van de voeding en een 30 volt meter, geschakeld over de uitgangsklemmen.

In de tweede plaats verdient de drievoudige

schakelaar S 3 enige toelichting. Deze schakelaar heeft drie standen. In de eerste stand wordt de voeding intern kortgesloten (S 3-a) en kan dus de begrenzingsstroom door middel van de schakelaar S 2 ingesteld worden op de gewenste waarde. In de tweede stand kan de verlangde uitgangsspanning geregeld worden. In deze beide standen is de uitgang losgekoppeld van de voeding door middel van het schakelaarsegment S 3-b. In de derde stand, tenslotte, wordt de voeding verbonden met de uitgangsklemmen.

Twee LED's, een rode en een groene, kondigen de werkingswijze van de voeding aan. Is de belasting afgeschakeld, dan brandt de groene LED. Is de voeding verbonden met de schakeling, dan brandt de rode LED.

De spanningsdeler R 25 tot en met R 28 zorgt voor het instellen van de gewenste uitgangsspanning. De trimpotmeter R 28 is de reeds bij de bespreking genoemde kleine weerstand, die belet dat de inverterende ingang van de versterker met massa wordt verbonden. Door middel van deze trimmer kan men de maksimale uitgangsspanning eksakt op 30 volt afregelen.

In het volgende nummer:
de uitvoerige bouwbeschrijving van de Super-Spanningsbron

PRINTSJOP

Gelieve bij bestellingen via de postgiro duidelijk het bankrekeningnummer op uw girokaart te vermelden, anders weet de bank niet voor wie de overschrijving bedoeld is. De prints kunnen besteld worden door overschrijving van het bedrag met vermelding van de letterkode op rekening:
57 62 10 498 Algemene Bank Nederland, kantoor Maastricht ten name van:
Redaktie Populaire Elektronika
Postbus 441, Maastricht-5001
Postgiro bank: 103 33 60
Alle prijzen zijn inklusief B.T.W. en verzendingskosten.

f 5,16	PB-a	Pechblitz
f 6,12	ES-a	Elektronisch slot
f 8,59	ZM-a	Meter zonder meter
f 8,53	PV-a	Peppemop versterker
f 7,20	ZD-a	Voorversterker zwarte doosjes versterker
f 7,92	ZD-b	Eindversterker zwarte doosjes versterker
f 5,83	TT-a	Torrentester
f 6,11	DS-a	Elektro-toto
f 9,85	GV-a	Spanningsbron
f 7,37	WA-a	Wis-auto-maat
f 5,17	SL-a	Spanningsloep
f 6,83	MA-a	Minampje, basisprint
f 7,23	HU-a	H.U.L.P.
f 4,83	LE-a	L.E.D.S.
f 8,16	LO-a	25 piek lichtorgel
f 9,92	SY-a	Syndiatape
f 6,17	MI-a	Mikro, basisprint
f 4,23	MI-b	Mikro, trimmerprint (dubbel)
f 5,12	BU-a	Buffertje (stereo)
f 5,58	GV-b	Voedingsleer in praktijk
f 5,55	TL-a	12 volt TL-buis
f 5,85	TT-b	Tip-elaar
f 5,69	LD-a	Lichtdimmer
f 5,86	US-a	Inbraakalarm, zender
f 8,34	US-b	Inbraakalarm, ontvanger
f 7,80	RF-a	Ruisfilter in moduultechniek
f 8,09	VU-a	L.E.D.-VU-meter
f 8,42	RB-a	Regenbel

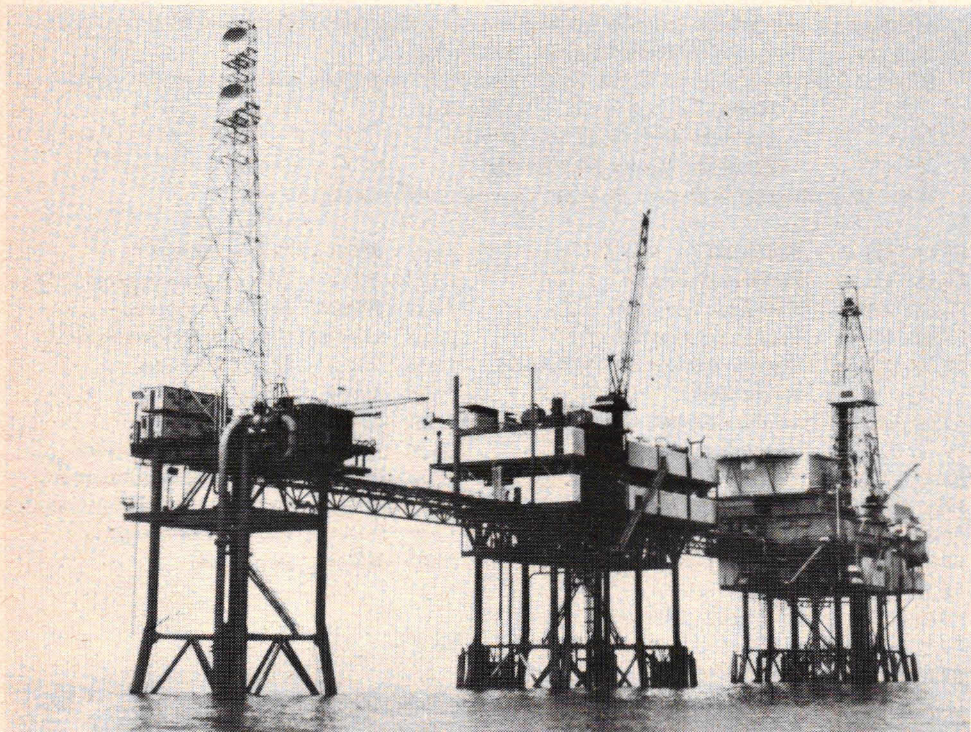
NIEUW

fl. 11,16	MM-a	Minimiks
fl. 11,36	TR-a	Tremolo in moduultechniek

Een mens is nooit te ver om te horen...

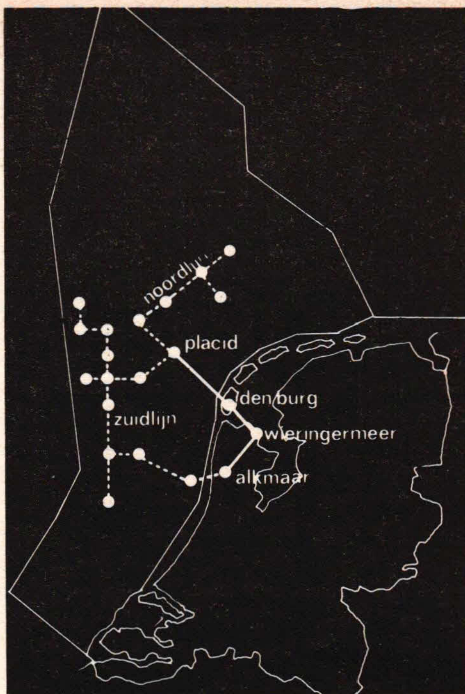
TELEFONEREN MET EEN BOOREILAND

Naar aanleiding van de recente 'oliekrisis' proberen de oliemaatschappijen nog intensiever dan voorheen hun grondstoffen te betrekken uit hun eigen westerse wereld. Nu er in de bodem van het zogeheten kontinentale plat van Europa reusachtige hoeveelheden aardgas en -olie blijken voor te komen, ligt het voor de hand dat er voor de kusten steeds meer booreilanden 'opduiken'.
Als een modern soort galeislaven werken op deze boor- en produktieplatforms een groot aantal mensen onder nogal vervelende omstandigheden: midden op zee en geïsoleerd van hun gezinnen en vrienden.
Voor de bewoners van het gaseiland van Placid Oil Company is dat isolement onlangs een beetje verzacht: zij kunnen gebruik maken van een draadloze telefoonverbinding die door Siemens Nederland en de PTT is aangebracht tussen het boorplateau en het eiland Texel.





In de kabine met zend/ontvangapparatuur op het gaseiland kan uiteraard de verbinding worden getest.



Op dit kaartje van het Nederlandse deel van de Noordzee staat een zeer ruwe schets van het mogelijke kommunikatiesisteem met straalverbindingen van de PTT. De ononderbroken lijnen geven de op dit ogenblik gerealiseerde verbindingen aan.

EEN MENS IS . . .

Telefonie, telex en overdracht van gegevens tussen 'off-shore' produktie- en boorplatforms en het vasteland kon tot voor kort slechts plaatsvinden via de voor de scheepvaart bestemde kommunikatiefaciliteiten. Deze zijn echter van nogal slechte kwaliteit, en de behoefte aan een snelle, rechtstreekse, betrouwbare en storingvrije kommunikatie deed zich al lang voelen. Bovendien werden de bestaande verbindingen voor de scheepvaart ernstig overbelast.

Nu is het instandhouden van een radioverbinding over zee een zeer moeilijke zaak. Direkt boven het zeeoppervlak is er konstant een laag van vochtige lucht aanwezig, die slecht doordringbaar is voor radiogolven. Men moest dus, om deze laag te ontwijken, zijn toevlucht nemen tot antennemasten die tot 85 meter boven de zee uitsteken, waaraan twee paraboolantennes ('schotels') van elk drie meter doorsnee bevestigd zijn met een tussenruimte van tien meter.

Via deze antennes wordt de verbinding met het speciale kuststation in Den Burg op Texel gerealiseerd. Men heeft gekozen voor een volledig dubbel uitgevoerd systeem van het type FM 300/2600, dat werkt in de frekwentieband van 2,5 tot 2,7 giga-hertz (2 700 000 000 hertz).

De straalverbinding heeft een kapaciteit van 300 telefoniekanalen, waarvan er op het ogenblik 24 in gebruik zijn.

Het booreiland van Placid Oil Company ligt op een afstand van 56 kilometer uit de kust, ten noordwesten van Texel. Op de voorgrond de zendmast. Vergist u zich niet, de paraboolantennes hebben een doorsnede van 3 meter en de mast is vanaf het platform 60 meter hoog!

DOORGEEFSISTEEM

Het sisteem is zo ruim opgezet, omdat men het Placid-platform heeft voorbestemd als knooppunt in een toekomstige verbindingsketen tussen een groot aantal booreilanden op het kontinentale plat (dat is de 'drempel' van de oceaan, dus het relatief ondiepe stuk zee voor de kust van de kontinenten). Het is namelijk niet mogelijk een straalverbinding te realiseren tussen de kust en elk van de booreilanden afzonderlijk, omdat de maksimale afstand die zo'n straalverbinding kan overbruggen ongeveer 65 kilometer is.

Gedacht wordt aan een keten van platforms die met elkaar in verbinding staan, en die zo in staat zullen zijn de berichten tussen de kuststations (in Den Burg en in de toekomst ook in Alkmaar) en de verst gelegen eilanden aan elkaar door te geven. Hierbij geldt natuurlijk wel de beperking dat de platforms onderling niet verder dan 65 kilometer uit elkaar mogen liggen.

SATELLIETEN

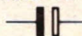
Vandaar ook dat men al gaat denken aan de moeilijkheden die zullen ontstaan als de gas- en olievelden in het noorden van het Nederlandse deel van de Noordzee in produktie gaan komen. De produktieplatforms in dat gedeelte komen te liggen op maar liefst 110 kilometer afstand van de platforms die deel uitmaken van de geplande kommunikatieketen, en zullen dus niet via straalverbindingen kunnen worden aangesloten. Men heeft dan de keuze uit een aantal mogelijkheden:

- kabelverbindingen. Deze zijn welhaast onbetaalbaar en bovendien uiterst kwetsbaar;
- 'tropo-scatter'-verbindingen. Hierbij wordt het sinjaal schuin omhoog uitgestraald, waarna het weerkaatst via de troposfeer en op vrij grote afstand kan worden opgevangen. Deze methode wordt op het Engelse deel van de Noordzee toegepast, maar op het Nederlandse deel is dat verboden in verband met het ethervervuilende aspekt ervan. De uitgezonden energie komt namelijk slechts voor een zeer klein deel op de plaats van bestemming;
- verbindingen via een satelliet;
- verbindingen via tussenstations op speciaal hiervoor aangelegde telekommunikatieplatforms.

De laatste twee mogelijkheden komen het meest in aanmerking, maar er is nog geen beslissing genomen over een keuze ertussen. Veel zal afhangen van het tijdstip en de kosten.

DE PRAKTIJK

Het vasteland-station in Den Burg is via bestaande PTT-kabelverbindingen verbonden met het versterkerstation in Alkmaar. Daar worden de automatische telefoon- en telexverbindingen op de daarvoor bestemde centrales geschakeld. De andere kanalen worden in het landelijke net naar Uithuizen en Den Helder (andere Placid-vestigingen) gevoerd.

Twee van de vierentwintig in gebruik zijnde telefoniekanalen zijn bestemd voor gewone telefoonlijnen. De PTT heeft op het Placid-eiland een kleine telefoonautomaat geïnstalleerd, waarop een kleine 30 toestellen zijn aangesloten. Door middel hiervan kan de bemanning op de gewone wijze rechtstreeks telefoneren met alle telefoonabonnees over de hele wereld. 

INDU INFO

elektronische digitale stopwatch



Onlangs kregen wij informatie over een leuk apparaatje, dat naar onze mening goede diensten kan bewijzen in de verschillende takken van sport, en dat ook zeer bruikbaar zal zijn in de industrie en in laboratoria.

De Elodigit digitale stopwatch is niet alleen een waardige vervanger van de traditionele klokjes, maar hij biedt bovendien een aantal mogelijkheden die bij zijn mechanische broeders onbekend zijn.

VIER MEETMETODEN

In de stand 'standard' wordt bij het indrukken van de start/stopknop bovenop het apparaat de telling gestart. Bij het voor de tweede maal indrukken stopt de stopwatch. Als de knop opnieuw wordt ingedrukt, begint de teller weer vanaf nul.

De stand 'sequential' wordt gebruikt voor het meten van verschiltijden. De werking is als bij 'standard', met dit verschil dat bij het stoppen van de telling de uitlezing de verstreken tijd aangeeft en blijft aangeven, terwijl inmiddels een nieuwe telling vanaf nul in het geheugen van de stopwatch is gestart. Bij een volgende keer drukken wordt deze laatste telling weer zichtbaar, en start er wéér een nieuwe in het geheugen. Er kunnen dus achtereenvolgens zoveel verschilmetingen gedaan worden als gewenst zijn.

Op de stand 'split' kunnen tijdens het tellen de tussenstanden door middel van de start/stopknop op de displays zichtbaar worden gemaakt, terwijl het tellen in het geheugen gewoon doorgaat. Bij iedere druk op de knop wordt steeds opnieuw de tijd aangegeven die is verstreken sinds voor de eerste maal op de knop gedrukt werd.

In de stand 'rally' tenslotte werkt de stopwatch op de manier zoals aangegeven bij 'standard',

met dit verschil dat bij het opnieuw starten niet vanaf nul geteld wordt maar vanaf de stand die de klok bij het stoppen aangaf.

EENVOUDIGE BEDIENING

Behalve de reeds genoemde start/stopknop heeft deze digitale stopwatch een resetschakelaar voor gebruik op de drie laatste standen (in de stand 'standard' wordt immers automatisch ge-reset), een schakelaar om de displays tijdens het tellen uit te schakelen om zo batterijen te sparen, een keuzeschakelaar voor de vier telmogelijkheden en een aan/uitschakelaar.
Er zijn twee uitvoeringen leverbaar, namelijk het type 751a voor een telling tot 59 minuten, 59 sekonden en 99/100 sekonde, en het type 751b voor een telling tot 23 uren, 59 minuten en 59 sekonden.
De nauwkeurigheid is zeer groot: 1 sekonde op de 10^6 sekonden ofwel 1 p.p.m. (1 part per million). In meer begrijpelijke eenheden omgerekend wil dat zeggen dat er één sekonde afwijking kan ontstaan in 11½ dag.
Het apparaat werkt op oplaadbare batterijen en op een apart leverbare lichtnetadapter.
Er is een aansluitmogelijkheid voor een eksterne start/stopmogelijkheid.
De prijs van het apparaatje bedraagt *f* 525,— eksklusief B.T.W., en dat lijkt ons niet al te veel. Een kwalitatief vergelijkbare mechanische stopwatch, die bovendien niet de 'doortel'-mogelijkheid heeft terwijl de uitlezing stilstaat zoals bij deze elektronische klok wel het geval is, zal beslist niet veel minder kosten.

Nadere inlichtingen:
Elodigit B.V.
Weteringschans 120
Amsterdam
telefoon (020) 23 63 00/23 70 82

In dit nummer van 'P.E.' staat de derde aflevering van de serie bouwbeschrijvingen van geluidsapparatuur in moduultechniek. Het ligt in de bedoeling dat deze serie nog veel verder uitgebreid gaat worden, onder andere met een nagalm-eenheid, een basisbreedteregeling enzovoort.
Voordat we begonnen met deze serie, hebben we ons eens gebogen over de verschillende moduulsistemen die in de handel zijn: Philips, dat bij iedere onderdelenhandelaar ('bij iedere goede'!) verkrijgbaar is, Thomsen, dat te koop is bij een beperkt aantal handelaren, en RIM en ESKA, die uitsluitend bij de betreffende firma's te betrekken zijn.
De vergelijking tussen de verschillende merken was dus bedoeld voor onszelf als redaktie, zodat wij een duidelijke filosofie over opbouw en samenstelling van onze serie konden vormen. Nu leek het ons echter ook wel interessant voor onze lezers om de verkregen informatie om te zetten in een leesbaar(?) artikel dat kan dienen ter oriëntatie. De lezer moet hier echter beslist geen testrapport of zoiets verwachten, omdat wij bijvoorbeeld alleen maar bouw-ervaringen hebben kunnen opdoen met enkele modules van ESKA.

VERSTERKER MODULES EEN OVERZICHT

INLEIDING

Veel bezitters van een geluidsinstallatie vinden het prachtig als hun installatie zo professioneel mogelijk uitziet, en sinds schuifpotentiometers meer algemeen worden toegepast in plaats van de tot voor kort gebruikelijke draaiknoppen kunnen zij hun hart ophalen.
Nu zijn die schuifpotentiometers niet alleen maar ontwikkeld omdat ze nou zo fraai uitzien, maar omdat ze een duidelijke funktie kunnen hebben in allerlei regelsistemen: men kan in één oogopslag zien in welke stand een potmeter staat, en een rijtje schuifpotmeters naast elkaar is beslist gemakkelijker te bedienen dan een even groot aantal draaipotentiometers.
Van deze voordelen wordt dankbaar gebruik gemaakt bij sistemen waar verschillende geluidsbronnen met elkaar gemengd moeten worden; we denken hierbij in de eerste plaats aan opnamestudio's van omroepen en platenmaatschappijen, maar ook een amateur die een geluidsband samenstelt (bijvoorbeeld voor bij een diaserie) kan van een meng-apparaat veel plezier hebben. Wijzelf gebruiken al sinds jaren een Uher A-121 universeel mengpaneel, maar het bezwaar van dit en andere universele mengers is, dat ze te weinig zijn toegespitst op de individuele behoeften van de gebruikers. Het meest ideale mengpaneel is daarom natuurlijk dát paneel, dat geheel zelf gebouwd

wordt naar eigen wensen. Eenvoudig is dat niet, en daarom is het goed te weten dat er door verschillende fabrikanten modules ontwikkeld zijn, die in iedere gewenste kombinatie samengebouwd kunnen worden.

Het aantal verschillende modules dat verkrijgbaar is loopt nogal uiteen tussen de verschillende merken. Thomsen en RIM hebben een assortiment dat bijzonder uitgebreid te noemen is; Philips heeft een niet zo grote kollektie, en ook ESKA heeft geen al te uitgebreid assortiment, waarbij we wel willen aantekenen dat ESKA nog niet zolang op de markt is en dat het aantal modules binnenkort nog uitgebreid zal gaan worden.

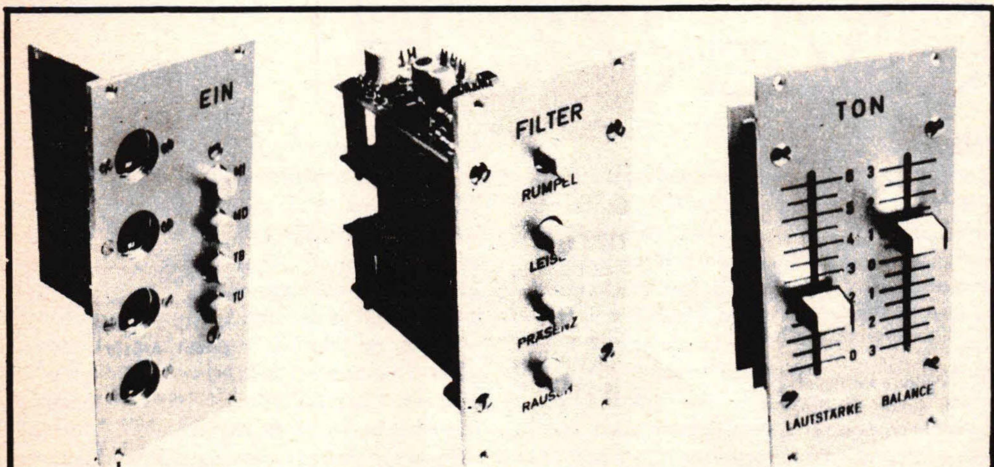
Onze algemene indruk is dat de bijna onoverzichtelijke sortering bij Thomsen en RIM het gevolg is van het feit dat nogal eens soortgelijke modules in meer dan één uitvoering gemaakt worden, en ook dat elementen die (meer logisch) als losse eenheden geleverd zouden kunnen worden, nu in verschillende kombinaties geproduceerd worden. Deze onlogische kombinaties komen bij Philips en ESKA niet voor.

Wij hebben een blokschema opgesteld waarin alle leverbare modules thuisgebracht kunnen worden. Dit blokschema zullen we onderdeel voor onderdeel volgen bij de bespreking van de modules.

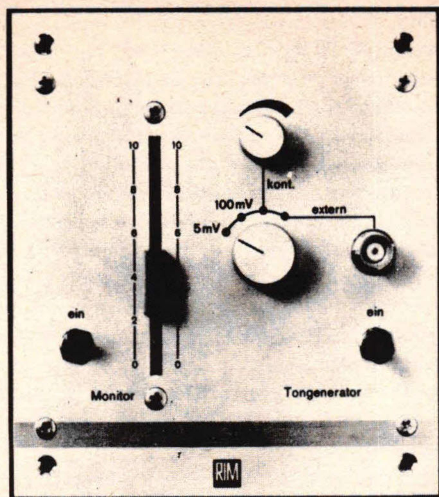
VOORVERSTERKERS MENGREGELAARS KEUZESCHAKELAARS

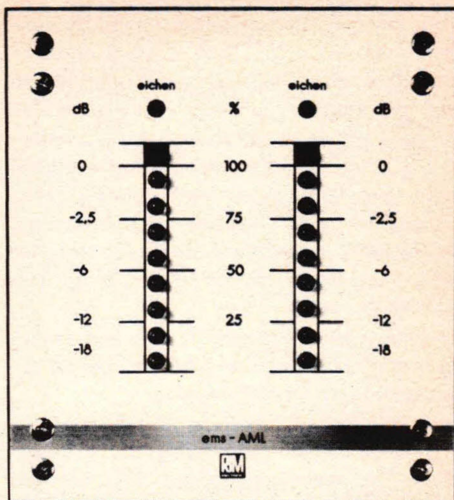
Het signaal dat van de verschillende bronnen (pick-up, mikrofoon, bandrekorder e.d.) binnenkomt moet in de meeste gevallen voorversterkt worden, voordat er behoorlijk mee gewerkt kan worden. Nu is het onmogelijk om daarvoor steeds dezelfde soort voorversterker toe te passen, omdat een mikrofoonsignaal geheel anders van samenstelling is dan een signaal dat afkomstig is van een magneto-dinamische pick-up. Dat is een gevolg van het feit dat bij het snijden van grammofoonplaten de hoge tonen sterk benadrukt worden ten opzichte van de lage. Bij het afspelen met een MD-pick-up moeten deze hoge en lage tonen weer in de juiste verhouding tot elkaar gebracht worden (de zogenaamde RIAA-korrektie). Uit het voorgaande blijkt, dat er dus verschillende soorten voorversterkers nodig zijn. Thomsen en Philips leveren aparte eenheden voor mikrofoon en MD-pick-up, RIM heeft een voorversterker die via een verandering van de toegepaste onderdelen aan te passen is, en ESKA heeft een losse RIAA voorversterker, die voor de universele mengversterker te schakelen is.

De verschillende signalen moeten vervolgens met elkaar gemengd worden. Hiervoor maakt men gebruik van mono of stereo modules met draai- of schuifpotentiometers, die als losse



Van links naar rechts de ingangskeuzeschakelaar, de klankfilters en een regeleenheid van Thomsen.





De monitorversterker met ingebouwde toongenerator van RIM, een prima kontrolemogelijkheid; daarnaast de stereo VU-meter met LED-uitlezing.

eenheden of gekombineerd geleverd worden. Thomsen levert een 3-voudige stereomenger, zowel met draai- als met schuifpotmeters (van vrijwel alle Thomsen-bouwstenen zijn twee uitvoeringen in de handel), RIM heeft mengunits met ingebouwde voorversterker (stereo), die voorzien zijn van een extra presetknop (erg handig bij het maken van bandopnames: met de schuifknop kan dan tussen nul en volle modulatie geregeld worden, zonder kans op oversturing) en bovendien mengunits die voorzien zijn van een LED (lichtgevende diode) als indikator voor eventuele oversturing. Ook heeft RIM een aparte meng-unit zonder voorversterker speciaal voor signaalbronnen met een hoog uitgangsnivo zoals tuners en bandrekorders. Philips levert dezelfde eenheden als RIM: stereo mikrofoon-voorversterker plus menger met presetknop, idem voor MD-pick-up en (maar dan zonder voorversterker) voor bronnen met hoog uitgangsnivo. ESKA tenslotte levert zowel een stereo- als een mono mengmodule met presetpotmeters, waarop eventueel de benodigde losse bijbehorende voorversterkers en korrektieversterkers kunnen worden aangesloten.

Bij eenvoudige ingangsschakelingen is het vaak overbodig om voor alle ingangen schuifregelaars toe te passen. Thomsen levert daarom ook nog een voorversterker met een keuzeschakelaar voor vier ingangen. Deze DIN-ingangen zitten naast de druktoetsschakelaar op het frontpaneeltje bevestigd.

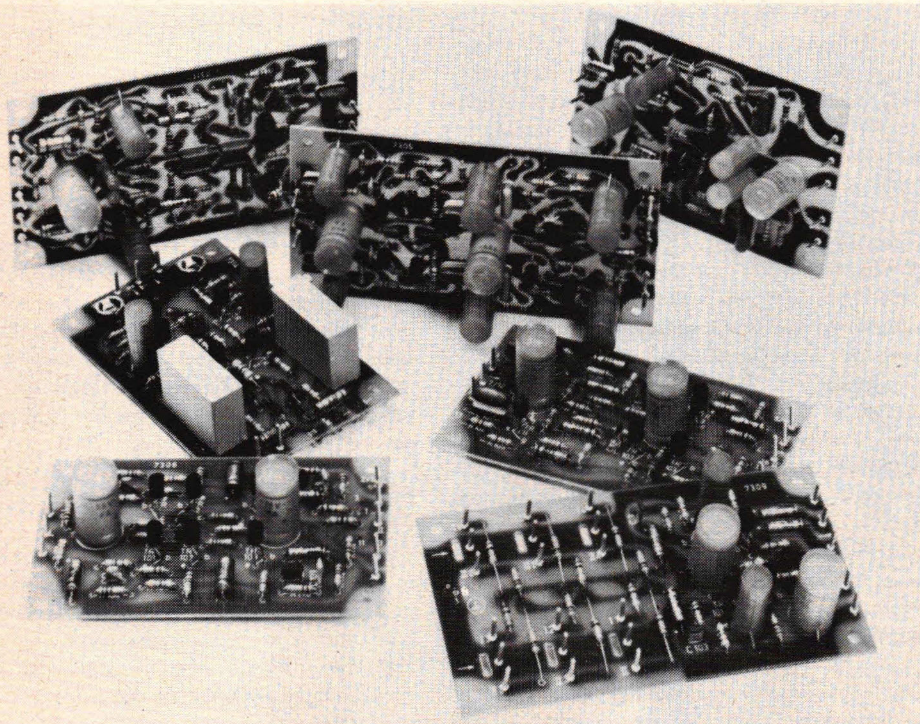
In de meeste gevallen kunnen de uitgangen van de diverse regeleenheden niet zonder meer parallel geschakeld worden, omdat er dan te weinig signaal overblijft om een eindversterker te sturen. Daarom heeft men de keuze uit twee aansluitmogelijkheden: ofwel men zet een beperkt aantal modules parallel, gevolgd door een ekstra versterkertrap (zoals de regelbare somversterker bij RIM), ofwel men gebruikt een schakelingetje met een aantal identieke versterkertrapjes, op ieder waarvan één module wordt aangesloten. Philips heeft zo'n module met 6 stereo-ingangen en RIM heeft er een met 10 stereo-ingangen.

FILTERSCHAKELINGEN EFFEKTSCHAKELINGEN

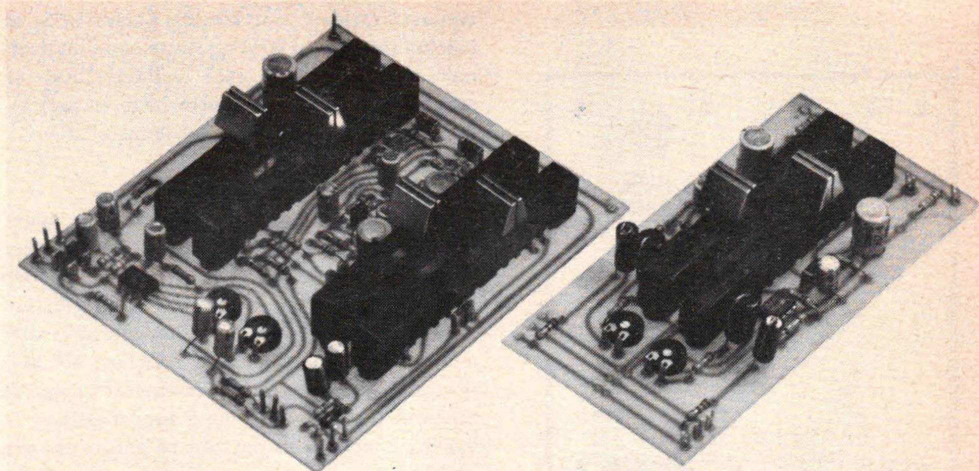
Thomsen levert als enige een set van 4 filters, te weten een ruisfilter, een rumblefilter, een presentiefilter en een fisiologie-schakeling. Alle filters zijn stereo uitgevoerd.
Het presentiefilter versterkt de tonen in het spraakgebied ten opzichte van hoge en lage tonen, zodat spraak beter verstaanbaar wordt.
Het fisiologie-filter wordt ingeschakeld als er

muziek moet worden gespeeld terwijl de versterker niet al te ver kan worden opengedraaid. Het menselijk oor is namelijk bij lagere geluidsnivo's minder gevoelig voor hoge en lage tonen, en deze tonen worden bij inschakeling van het filter juist opgehaald. Overigens hebben veel versterkers tegenwoordig reeds een ingebouwde fisiologische volumeregeling, zodat bij een lage stand van de volumeknop de hoge en lage tonen vanzelf al een beetje bevoordeeld worden.
Voor deze vier filters wordt ook een frontplaatje geleverd, zodat ze alle vier boven elkaar gemonteerd kunnen worden.

Een veel voorkomende module is de basisbreedte- of panoramaregeling. Wij noemen deze twee soorten modules in één adem, maar in wezen is er wel een verschil aan te wijzen. Bij de basisbreedteregelaar kan men door middel van een potentiometer een gedeelte van het linker geluidssignaal naar het rechter kanaal voeren en omgekeerd, zelfs in zo grote mate dat er op het laatst een mono-signaal overblijft. Deze schakeling is erg handig als de luidsprekers van een stereo-installatie erg ver uit elkaar staan, zodat er in het midden van het geluidsbeeld een 'gat' ontstaat. Door de basisbreedteregelaar juist in te stellen wordt de breedte van het stereobeeld naar behoefte versmald om een natuurlijk beeld te bereiken.
De panoramaregeling is in principe hetzelfde, maar nu kan men niet alleen regelen van stereo naar mono, maar men kan ook 'door het nulpunt heen' regelen tot er een volledig omgekeerd stereobeeld ontstaat (links wordt rechts en omgekeerd). Thomsen levert een basisbreedtemodule, RIM en Philips hebben een panoramaregeling.
Thomsen levert verder een stereo-tremolo-eenheid, een kwadrofonie-adapter waarin van een gewoon stereo-signaal een pseudo-kwadrosignaal gemaakt wordt, en een wisselfilter dat het geluid opdeelt in drie frekwentiebanden (hoog, midden en laag), met de bedoeling dat iedere band verder door aparte versterkers



Een verzameling printjes van Philips.

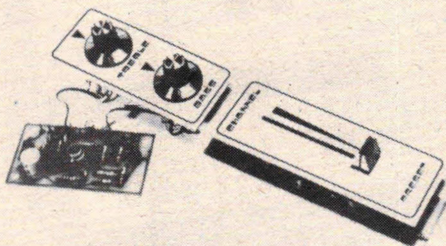


De prints van de toonregeling en een meng-eenheid van ESKA.

versterkt en via aparte luidsprekers weergegeven wordt.
RIM heeft eveneens een stereo-tremolo-unit, en verder een stereo nagalmversterker (waarop men een galmveer naar eigen keuze kan aansluiten) en een stereo dinamiekkompressor. Deze laatste dient om de zachte passages te versterken en de sterke te verzwakken, zodat ruis en overmodulatie voorkomen worden.

TOONREGELING

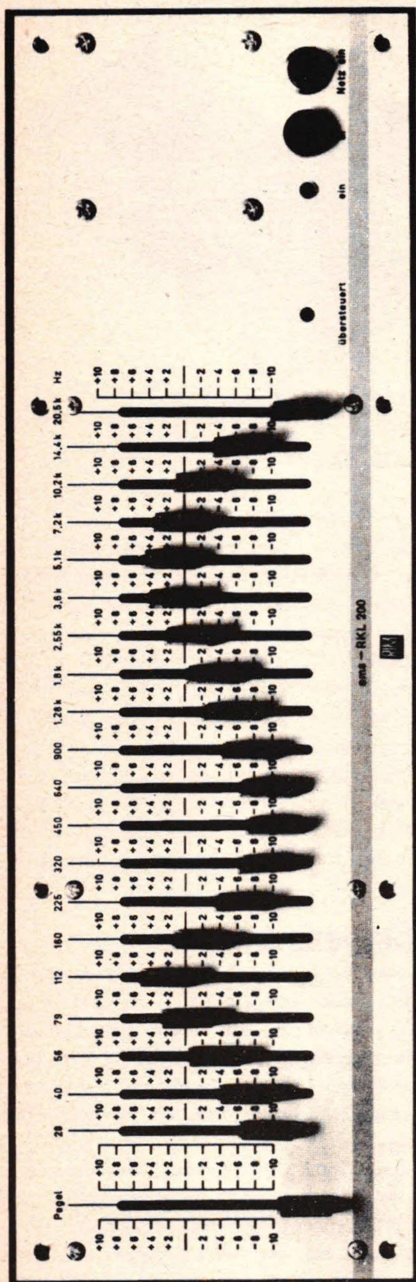
Thomsen, Philips en ESKA hebben alle drie een stereo regeleenheid voor hoge en lage tonen, waarbij die van Thomsen wederom zowel met draai- als met schuifregelaars geleverd wordt. Thomsen levert ook een regelaar waarbij de tonen in vier bereiken geregeld kunnen worden. RIM heeft toonregelingen met drie en vijf regelbereiken, en zelfs een waarbij het hele geluidsspektrum in twintig mootjes gehakt wordt, ieder ter grootte van een half oktaaf, die ieder afzonderlijk geregeld kunnen worden. Deze equalizer is met recht het paradepaardje van de serie RIM-modules te noemen.
ESKA levert behalve de stereo toonregeling ook een mono-uitvoering, zodat bijvoorbeeld ook alle afzonderlijke mikrofooningangen van een eigen toonregelaar voorzien kunnen worden.



Een mono-mengeenheid en een toonregeleenheid van ESKA.

REGELVERSTERKERS

In deze rubriek worden de modules ondergebracht, welke de laatste trap van het mengsisteem vormen en dus rechtstreeks aan een eindversterker worden gekoppeld. Het betreft dus volume- en balansregelaars, die eventueel ook nog voorzien kunnen zijn van een toonregeling.
Thomsen en Philips hebben een module met een volume- en balansregeling, ESKA levert een unit waarin een volumeregelaar voor het linker- en een voor het rechterkanaal wordt gebruikt. Het zal van iemands persoonlijke voorkeur of gewoonte afhangen, welke wijze van regelen als het meest gemakkelijk ondervonden wordt.
Thomsen heeft verder nog twee uitvoeringen



De ems-RK 200 equalizer van RIM, waarmee de klankweergave per half oktaaf geregeld kan worden.

van een regelaar voor volume, balans, hoge en lage tonen, terwijl RIM tenslotte een unit heeft met schuifregelaars voor volume links en rechts en draairegelaars voor hoge en lage tonen, links en rechts afzonderlijk instelbaar.

EINDVERSTERKERS

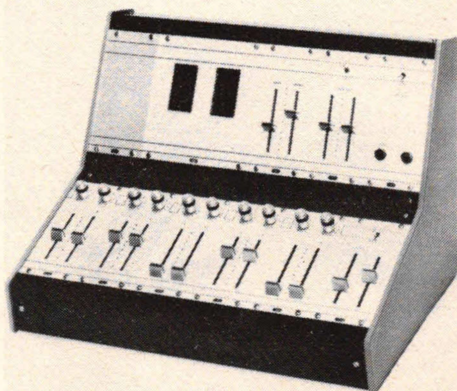
Uiteraard kan een met deze modules opgebouwd regelsisteem op iedere willekeurige versterker worden aangesloten. Toch hebben twee fabrikanten, Thomsen en RIM, versterkers ontworpen die speciaal bedoeld zijn voor aansluiting op de modules. Niet dat het hier nou zo'n speciale versterkers betreft, maar ze zijn wat betreft vormgeving aangepast aan de overige modules en dat ziet er natuurlijk erg leuk uit.

Thomsen levert een 20 watt mono eindversterker. RIM heeft drie versterkers met een vermogen van respektievelijk 15, 50 en 80 watt sinusvermogen (de beide laatste hebben een muziekvermogen van 60 en 100 watt).

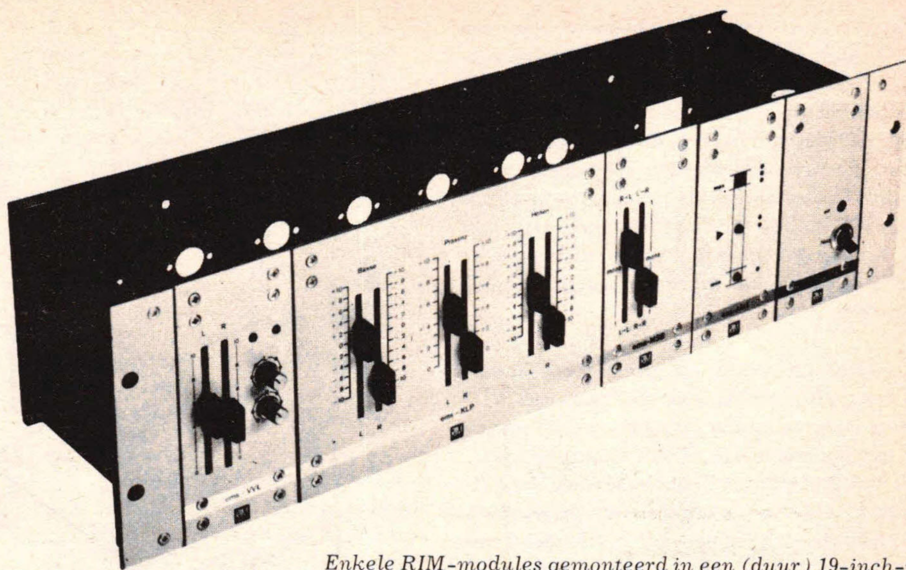
MONITORVERSTERKERS UITSTURINGSMETERS

Voor grotere geluidssistemen is het gemakkelijk als ter plaatse, achter de knoppen, het resultaat van alle meng-handelingen hoorbaar te maken is via een hoofdtelefoon of, als er geen luidsprekers in de buurt zijn, via kleine monitorluidsprekers.

Thomsen levert een mono- en ESKA een stereo monitorversterker voor een hoofdtelefoon. Thomsen heeft een monoversterker met een



Een voorbeeld van hoe de Philips mengmodulen samengebouwd kunnen worden.



Enkele RIM-modules gemonteerd in een (duur) 19-inch-rek.

knop

frontplaatje

boutje M3 met verzonken kop

kast

afstandsbusje

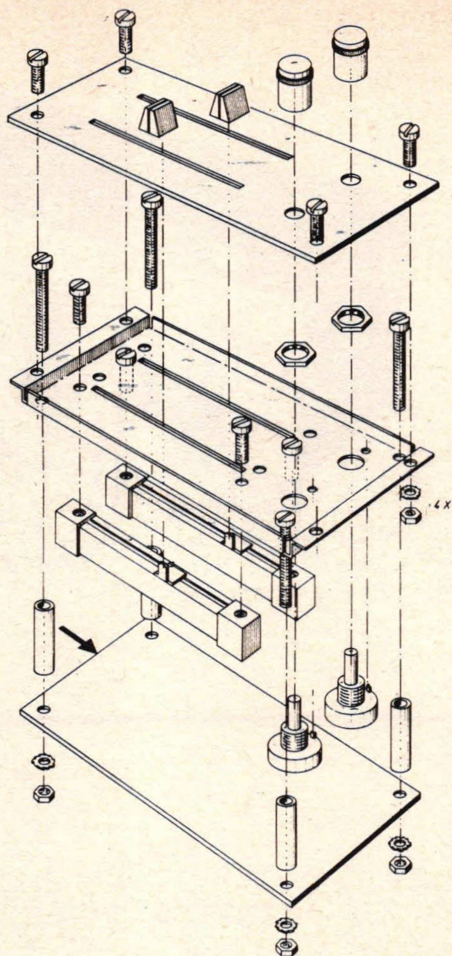
print

moertje

Op deze manier worden de modules van ESKA in een kast gemonteerd.

vermogen van 3 watt ten behoeve van een luidspreker, en RIM levert een monitorversterker met ingebouwde toongenerator (om de hele handel 'door te piepen'). RIM heeft verder een 2 x 10 watt versterker, speciaal voor afluisteren, en een twaalf-standen-schakelaar om de ingangen afzonderlijk af te luisteren. Leuk is ook, van dezelfde fabrikant, een paneeltje met een kleine luidspreker erin, dat tussen de overige modules kan worden opgenomen in de behuizing.

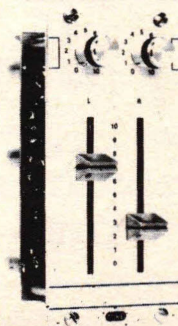
Het ziet er natuurlijk erg professioneel uit als we een geluidsinstallatie voorzien van VU-meters (uitsturingsmeters), en voor het maken van bandopnames zijn ze zelfs onontbeerlijk. Alle vier fabrikanten hebben dan ook een VU-meter-module in het programma opgenomen. RIM heeft bovendien een stereo VU-meter met een LED-uitlezing (een soortgelijke meter werd in 'P.E.' nummer 8 gepubliceerd). Ook van RIM is een kontrole-unit met drie LED's, waar een gele LED aangeeft dat er te weinig signaal is, een rode dat de zaak overstuurd wordt en een groene dat de modulatie in orde is. De overgangen tussen de drie standen zijn uiteraard instelbaar.



Sisteem van opbouw van de meeste Philips eenheden.

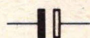
DIVERSEN

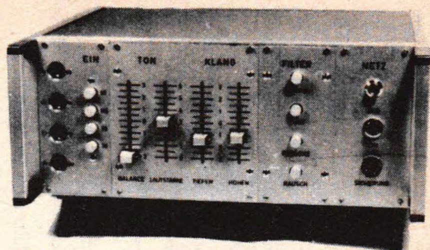
Thomsen en Philips leveren één voedingsmodule, ESKA levert een kleine en een grote, en RIM tenslotte heeft vier verschillende voedingen van oplopend vermogen, en een ontkoppelingsschakelingetje waarmee de verschillende modules op één voeding kunnen worden aangesloten. Hiermee wordt een terugkoppeling tussen uitgang en ingang, en daarmee het gevreesde 'motorboaten' voorkomen (voor een verklaring van dat begrip zie het artikel over de gestabiliseerde voeding elders in dit nummer). Thomsen en RIM leveren ieder een paneel met 3 DIN-ingangen en Thomsen bovendien een met 6 ingangen. Thomsen heeft verder nog een lichtnetschakelaar met kontrolelampje en zekeringhouder, terwijl RIM een met een kontaktsleutel te bedienen netschakelaar heeft. RIM heeft ook nog, heel leuk, een FM-tunertje, waarvan de afstemming in twee bereiken door middel van een potentiometer geschiedt.



BEHUIZING

Thomsen, RIM en Philips leveren kasten in allerlei maten en soorten om de panelen in te monteren. De opengebleven plaatsen kunnen afgedekt worden met zogenaamde blinde frontplaatjes, die overigens ook heel geschikt zijn om eigen schakelingen een plaatsje in het sisteem te geven.
ESKA levert geen kasten, zodat men naar eigen smaak een kast kan toepassen. De losse frontplaatjes worden dan op de grote frontplaat van de kast bevestigd. Deze kast hoeft dan, wat de gleuven voor de potmeters e.d. betreft, niet zo nauwkeurig te worden afgewerkt, omdat de bijgeleverde frontjes eventueel gemaakte boor- en vijlfouten aan het oog onttrekken.
Mede doordat er geen universeel montagesisteem is toegepast, is het mogelijk dat de prijzen van ESKA op een lager nivo liggen dan die van de drie andere merken.





Een aantal bouwstenen van Thomsen samengevoegd tot een regelversterker.

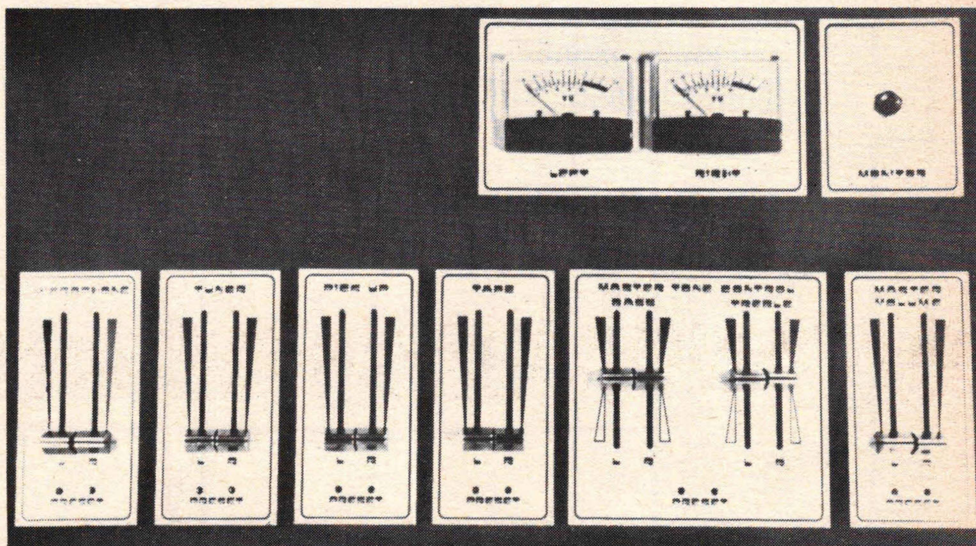
Voor nadere inlichtingen kan men terecht bij:

THOMSEN
Thomsen Nederland
Schuitenberg 45
Roermond
Tel. (04750) 16287

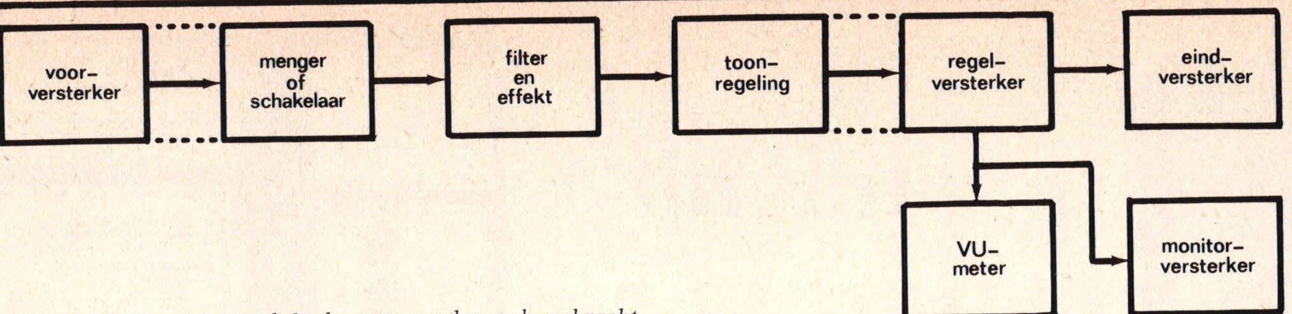
RIM
Iemke Roos Import
Hogeweg 33/52
Amsterdam-Oost
tel. (020) 353555

PHILIPS
Philips Nederland b.v.
afd. Publiciteit R
Eindhoven

ESKA
Eska-shop
Voorstraat 419
Dordrecht
tel. (078) 48757



De modules van ESKA kunnen in iedere willekeurige kast ingebouwd worden.



Het blokschema waarin alle leverbare modules kunnen worden ondergebracht.

	THOMSEN	RIM	PHILIPS	ESKA
voorversterkers **mengregelaars** **keuzeschakelaars**	**TSB 16** stereo RIAA voorversterker **TSB 17** stereo mikrofoon voorversterker **TSB 15** 3-kanaals stereo mengeenheid **TSB 31** idem met schuifregelaars **TSB 29** stereo voorversterker met ingangsschakelaar	**ems-VV** stereo voorversterker voor alle toepassingen met presetregeling **ems-VVL** idem met LED-oversturingsindikatie **ems-Tb** stereo mengversterker met presetregeling zonder voorversterking **ems-KV** regelbare menger met 10 stereo-ingangen **ems-SV** regelbare somversterker	**NL 7305** stereo mikrofoon voorversterker en mengeenheid met presetregeling **NL 7306** stereo RIAA voorversterker en mengeenheid met presetregeling **NL 7307** stereo pick-up mengeenheid met presetregeling **NL 7309** mengschakeling voor 6 stereo-ingangen	stereo mengmodule mono mengmodule RIAA korrektieversterker mikrofoon voorversterker mono mikrofoon voorversterker stereo
filterschakelingen **effektschakelingen**	**TSB 11** stereo ruisfilter **TSB 12** stereo rumblefilter **TSB 13** stereo fisiologiefilter **TSB 14** stereo presentiefilter **TSB 22** stereo tremolo **TSB 10** basisbreedteregelaar **TSB 27** kwadrofonie-adapter **TSB 28** wisselfilter	**ems-DK** stereo dinamiekkompressor **ems-Hall** stereo nagalmversterker zonder galmveer **ems-VIB** stereo tremolo **esb-MSB** panoramaregeling		

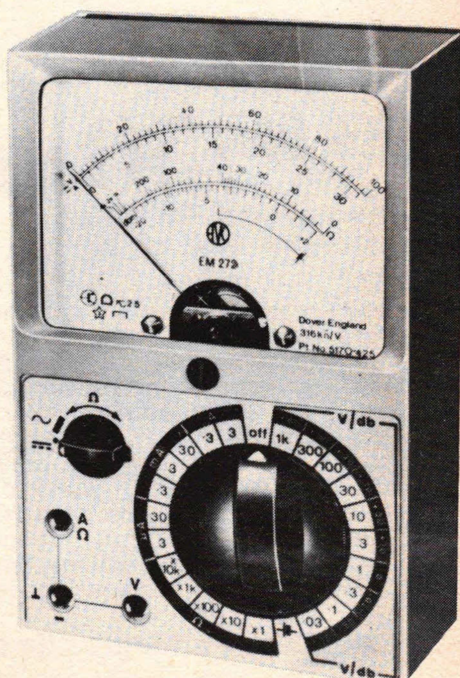
toonregeling	**TSB 18** stereo hoge en lage tonen-regeling **TSB 32** idem met schuifregelaars **TSB 20** stereo toonregeling met 4 bereiken **TSB 34** idem met schuifregelaars	**ems-KLP** stereo toonregeling met 3 bereiken, links en rechts afzonderlijk instelbaar **ems-RKL50** stereo toonregeling met 5 bereiken **ems-RKL200** stereo equalizer met 20 bereiken	**NL 7311** stereo hoog- en laag-regeling	stereo toonregeling hoog en laag mono toonregeling idem
regelversterkers	**TSB 19** stereo volume- en balansregeling **TSB 33** idem met schuifregelaars **TSB 23** stereo volumé-, balans-, hoog- en laagregelaar **TSB 35** idem met schuifregelaars	**ems-KL** stereo volumeregelaar links en rechts d.m.v. schuifregelaars en dubbele toonregeling met draairegelaars	**NL 7412** volume- en balansinstelling	master volume stereo links en rechts
eindversterkers	**TSB 25** 20 watt mono-versterker	**ems-KLE10** 15 watt mono-versterker **ems-EM50** 50 watt mono-versterker **ems-EM100** 80 watt mono-versterker		
monitorversterkers uitsturingsmeters	**TSB 21** VU-meter-schakeling **TSB 7** mono hoofdtelefoon-versterker **TSB 8** 3 watt mono-versterker	**ems-EM20** 2 x 10 watt monitorversterker **ems-TGM** monitorversterker met toongenerator **ems-L** luidsprekereenheid **ems-AM** VU-meter-schakeling **ems-AML** idem met LED-uitlezing **ems-AM3** idem met 3 signaal-nivo's	**NL 7314** stereo VU-meter-schakeling	monitorversterker stereo voor hoofdtelefoon stereo VU-meter-schakeling

INDU INFO

elektronische universeelmeter em272 van avo

Tot opluchting van velen heeft AVO het onlangs aangedurfd om af te wijken van de onverbiddelijke stelregel dat de door haar te leveren universeelmeters een oerlelijke Brits-degelijke kast behoorden te hebben. Een 'new-look' meter die we in dit artikeltje bekijken is de EM272, een elektronische universeelmeter met een vrij hoge gevoeligheid.

Deze meter is geen gewone universeelmeter, in de betekenis die dat woord uit de geschiedenis gekregen heeft, maar wel een echte elektronische meter. Het voordeel van elektronische meters boven de normale universeelmeters, zonder transistoren in de ingewanden dus, is dat deze eersten veel gevoeliger zijn, veel beter bestand zijn tegen overbelastingen en een groter meetbereik hebben.
Deze AVO-meter, bijvoorbeeld, heeft 39 meetbereiken en een ingangsweerstand van niet minder dan 316 kilo-ohm per volt. Ter vergelijking: een normale niet-elektronische universeelmeter is erg trots op een gevoeligheid van 20 kilo-ohm per volt.
Ook de overbelastingsmogelijkheid van de AVO-meter mag er wezen. Men kan zonder beschadiging spanningen tot 260 volt op zelfs de gevoeligste spanningsbereiken aanleggen.
Een nadeel van elektronische meters is, dat ze gespijsd willen worden met een voedingsspanning. Deze meter heeft twee batterijen nodig. Eentje van 15 volt, die de elektronika in de meter voedt en, volgens de gegevens, meer dan 1000 uur meegaat. U kunt uw meter dus meer dan een maand lang vergeten uit te schakelen. Een tweede batterijtje van 1,5 volt wordt gebruikt bij het meten van weerstanden.
De meter heeft een twee-knopsbediening. Met de ene, een grote knop, wordt de meter aangeschakeld en het gewenste bereik gekozen. Met de andere, kleinere, knop wordt gekozen tussen gelijkspanning en wisselspanning. Als men deze knop verder doordraait, dan kan men weerstanden meten en tegelijkertijd de naald op nul ohm afregelen.
Bij het omschakelen van spanningsmetingen naar stroom- of weerstandsmetingen, moet de 'hete' meetdraad worden omgeplugd. Hoewel dit niet zo handig is, heeft deze metode wel als voordeel dat men nooit per abuis spanningen kan meten met een op stroombereik geschakelde meter.
In hetgeen volgt een kort overzicht van de verschillende meetbereiken.



Gelijk- en wisselspanningen:
30 mV (milli-volt), 100 mV, 300 mV, 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V en 1000 V.
De nauwkeurigheid is 2,5 percent. Voor wisselspanningen geldt deze waarde tot 1 kilo-hertz, toch is de nauwkeurigheid bij 20 kilo-hertz nog 5 percent. Deze verzwakking voor hogere frekwenties is niet eens in deci-bell uit te drukken.

Gelijk- en wisselstromen:
3 uA (mikro-ampère), 30 uA, 300 uA, 3 mA, 30 mA, 300 mA en 3 A.
De spanningsval over de meter is bij deze bereiken maksimaal 120 milli-volt en de nauwkeurigheid is 2,5 percent.

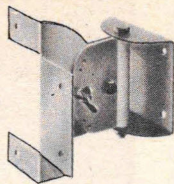
Weerstanden:
4 kilo-ohm, 40 kilo-ohm, 400 kilo-ohm, 4 mega-ohm en 40 mega-ohm.
Bij al deze bereiken ligt de middenschaalwaarde een faktor 100 lager. Dat wil dus zeggen, dat een weerstand van 40 ohm op het bereik 4 kilo-ohm de naald tot in het midden van de schaal doet uitslaan.

Deci-bell:
De meter heeft uiteraard eveneens een deci-bell schaal. Het nulpunt van deze schaal ligt bij 0,778 volt op de 1 volt wisselspanningsschaal. Het volledige bereik loopt van −50 deci-bell tot +60 deci-bell.

De prijs van de meter bedraagt *f* 261,00 eksklusief BTW. Dit is natuurlijk veel meer dan men voor een gewone universeelmeter pleegt neer te tellen. Voor dit bedrag krijgt men echter wel een meetinstrument, waarmee men alle mogelijke meetbehoeften kan bevredigen. Met name het uitgebreide wisselstroombereik en de lage milli-volt bereiken zijn zeer nuttig en vindt men niet op de goedkopere meters.

Nadere inlichtingen:
Amroh B.V.
Muiden
Telefoon: 02942 - 1951

BEK 100

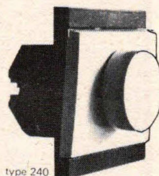


Zeer solide wandbeugels voor alle stereo-boxen. Gepattenteerd trillingsvrij klemsysteem.

technische gegevens:

horizontale hoek	= 150°
vertikale hoek	= 0° – 42°
draagvermogen	= 25 kg
afmetingen	= 16 x 11 x 12 cm

Prijs 42,50



type 240

- **in te bouwen i.p.v. gewone schakelaar**
- **energie besparende triac schakeling**
- **handige hotel wip schakelaar**
- **vermogen: te belasten met gloeilampen van 60-400 Watt**
- **Radio-TV ontstoord**

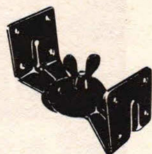
Prijs 29,95

LICHTDIMMERS

DRAAIBARE OPHANGBEUGELS

octrooi aangevraagd

minor 5



Solide beugels voor boxen tot 5 kg. Zeer grote draaihoek.

technische gegevens:

horizontale hoek	= 90° – 180°
materiaal	= zwart staal
draagvermogen	= 5 kg
afmetingen	= 5 x 5 x 10 cm

Prijs 19,50

KOPPELFILTERS

KF 60 UHF + VHF	**12,50**
KF 60 G VHF + 2 × UHF	**24,50**
KF 60 H VHF + 2 × UHF + FM	**35,—**
KF 2211 K2-27/31-60	**24,50**

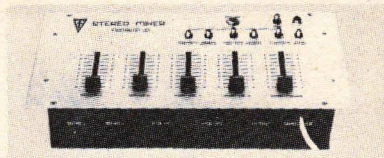
ANTENNE VERSTERKERS

Schrader KGB 345	**89,—**
Schrader KB 45 KX	**195,—**
Schrader RB 45	**198,—**
Schrader SBB 2-68 V	**79,—**

Alle versterkers incl. voeding.

SPECIALE AANBIEDING:
STOLLE ROTOR VOL-AUTOMATISCH 129,—

Professioneel
STEREO MENGPANEEL
***f* 295,—**



Ingangen: micro 1 en micro 2
600 Ohm of 50 kOhm
Pickup 1 en Pickup 2
MD of kristal
Tape of tuner
Freq.bereik: 10-50.000 Hz.
Vervorming: minder dan 0,1%.
Signaal-ruisverhouding: 58 dB.
Met monitoraansluiting voor hoofdtelefoon 4-16 Ohm.
Ingebouwde voeding voor 110-220 V.

ANTENNES

Ned. 1 Kanaal 4 2 el.	**17,50**
Ned. 2 Kanaal 21/37 12 el.	**12,50**
Combi K4/27	**24,50**
Duitsland K21/69 91 el.	**69,—**
Fuba XC 391 C.	**98,—**
Stolle LC 91	**89,—**
FM 1 el.	**12,50**
FM Kruisdipool	**17,50**
FM Rond	**14,50**
FM 3 el.	**22,50**
FM 5 el.	**37,50**
FM 8 el.	**47,50**

Soldeerbouten 28 Watt
Dunne stift **12,50**

Shamrock geluidsband

18 cm 540 mtr. per stuk	**5,50**
10 stuks	**50,—**

MAAK OOK EEN HIT MET JOSTY KIT ! ! !
Bij ons leverbaar

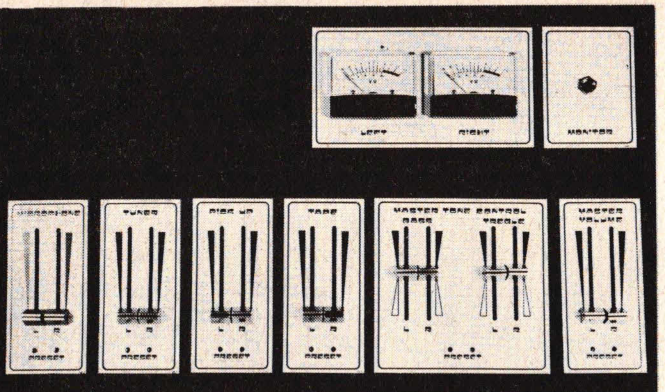


RADIO *Van der Wel*

POSTBUS 10.024
TEL. 030 - 31 30 69 (Dag en nacht) UTRECHT
Amsterdamsestraatweg 38 's Maandags gesloten

Verzending onder rembours of na vooruitbetaling op giro 26182 van N.M.B. te Utr. t.g.v. M. v. d. Wel, nr. 68.71.12.508 (denkt u om de verzendkosten?).

NU EEN MENGPANEEL ZELF SAMENSTELLEN UIT MODULES GEHEEL NAAR EIGEN IDEE!



De module omvat een epoxyprint, onderdelen van gerenommeerde fabrikaten en een frontplaat van krasvast aluminium met zwarte opdruk van 1 mm dik. De potmetergleuven zijn reeds gestansd. Gemakkelijker kan het al niet! De modules zijn leverbaar in mono- en stereo uitvoering. De stereomodule is uitgevoerd met 2 schuifregelaars voor direkte balansregeling per kanaal. De monouitvoering is ook verkrijgbaar met toonregeling per kanaal en event. panoramaregeling. De monitor uitgang is regelbaar van 0,1 Watt tot 2 Watt uitgangsvermogen. De duidelijk afleesbare VU meters zijn van een schakeling voorzien waardoor de topwaarde van het gemengde signaal zichtbaar wordt gemaakt zodat het gevaar van oversturen van de eindversterkers tot een minimum beperkt is. Op onderdelen en kwaliteit is niet beknibbeld en het geheel is modern van opzet hetgeen tot uitdrukking komt in het kwistig gebruik van IC's. De mengmodules zijn direkt aansluitbaar voor tapedecks/recorders, tuners, keram- en kristal pick-up's en hoogohmige mikrofoons. Voor MD pick-up's is een print verkrijgbaar met het ICµA 739 (ruisafstand typ 80 dB) welke aangepast is op de mengmodule. Voor laagohmige mikrofoons is een extra versterkingstrap verkrijgbaar.

Technische gegevens stereo en mono mengmodules
Ingangsgevoeligheid50 mV-1 Volt
Frequentiebereik 20 Hz-20 kHz (−2 dB)
Versterking instelbaar 0-26 dB
Max. uitgangsspanning 5 V t.t.
Ing. imp. 500 kOhm
Signaal-ruisverh. 80 dB (verst. 10×)

Techn. gegevens stereo en mono toonregeling
Ing. imp. 500 kOhm
Ing. spanning min. 80 mV max. 2 Volt
Freq. bereik (regelaars in middenstand) 10 Hz-30 kHz
Laagregelaar kantelpunt 400 Hz ±3 dB
Verzwakking 20 Hz −22 dB
Versterking 20 Hz +20 dB
Hoogregelaar kantelpunt 3 kHz ±3 dB
Verzwakking 20 kHz +20 dB
Versterking 20 kHz +20 dB

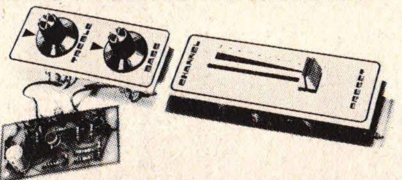
Prijzen

Stereo mengmodule	**ƒ 52,50**
Mono mengmodule	**ƒ 29,—**
Mono tone control	**ƒ 32,—**
Stereo tone control	**ƒ 79,50**
Master volume (stereo)	**ƒ 36,50**
Monitor stereo	**ƒ 37,50**
VU meter stereo	**ƒ 69,50**
RIAA correctieversterker	**ƒ 29,50**
Mikrofoon voorversterker mono	**ƒ 11,—**
Mikrofoon voorversterker stereo	**ƒ 20,—**
Voeding (max. 7 stereo modules)	**ƒ 25,—**
Voeding (meer dan 7 modules)	**ƒ 39,—**

Alle prijzen zijn incl. B.T.W.

ELEKTRONISCHE NAGALM, ECHO EN LESLIE IN VOORBEREIDING

VANZELFSPREKEND KUNT U OOK BIJ ONS TERECHT VOOR HET VOLLEDIGE KOMPONENTENPAKKET VAN SKILTRONICS

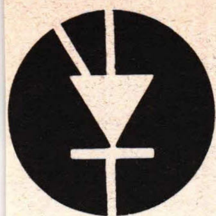


MONO MENGMODULE MET TOONREGELING PER KANAAL

WILT U MEER WETEN? BEL VOORSTRAAT **419** DORDRECHT
TELEFOON **078-48757**

eskashop

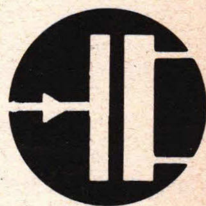
A DIVISION OF SKILTRONICS LEEUWARDEN



PUT en



MOSFET



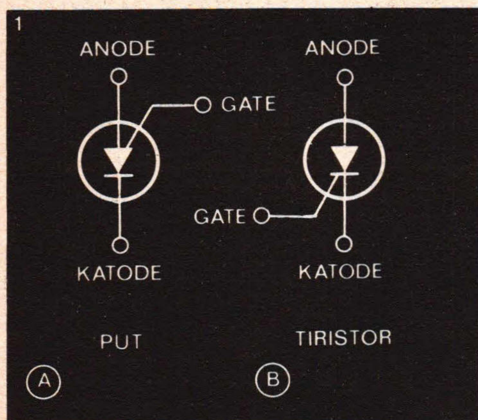
Het is jammer, maar waar: dit moet voorlopig de laatste aflevering zijn van onze, zo blijkt uit reakties van lezers, populaire serie 'Waarom werkt het zo'. Waarom? Er zijn inderdaad nog tientallen, misschien wel honderden soorten onderdelen, die op deze plaats nog niet ter sprake zijn gebracht. Toch zijn er redenen, waarom zij niet besproken worden. Deze redenen kunnen van verschillende aard zijn. Zo zijn er zeer speciale onderdelen, die alleen in zeer speciale gevallen, en dus niet in populaire elektronika, worden toegepast. Andere komponenten liggen in een dusdanige prijsklasse, dat ze ook niet in onze schakelingen terug te vinden zijn. Een derde reden zou kunnen zijn, dat zelfs de deskundigen niet weten, hoe bepaalde komponenten nou precies werken. Nodeloos te vertellen, dat wij het dan ook niet meer weten. Ondanks deze sombere berichten is er voor de 'verslinders' van deze serie toch nog een klein lichtpuntje, want we hebben de deur nog op een kier gehouden. Mocht uit reakties van lezers blijken, dat er een noodzaak is om een nadere toelichting te geven op een bepaalde komponent, dan willen we graag aan deze wens voldoen.

Dan nu over tot de orde van de dag. In deze aflevering gaan we het namelijk hebben over een tweetal onderdelen, die bekend staan onder de afkortingen PUT en MOSFET. De PUT is in feite al zo'n onderdeel, dat bijna buiten deze reeks zou moeten vallen, omdat het toepassingsgebied relatief beperkt is, maar omdat de werking nauw aansluit bij die van de UJT, is het toch wel de moeite waard, er iets over te vertellen. Anders is het met de MOSFET, die zich vooral een belangrijke plaats heeft verworven als schakelelement in digitale geïntegreerde schakelingen. Hoewel de MOSFET een vrij nieuw tipe halfgeleider is, staat toch nu al vast, dat er een grote toekomst voor is weggelegd.

DE PUT

PUT is een afkorting en staat voor de - alweer - engelse woorden Programmable Uni-junction Transistor, een benaming, die zelfs voor niet-engels-lezenden weinig toelichting meer behoeft.

In de inleiding werd al aangestipt, dat de PUT in zijn gedrag (of werking) een vrij sterke overeenkomst vertoont met dat van de UJT.

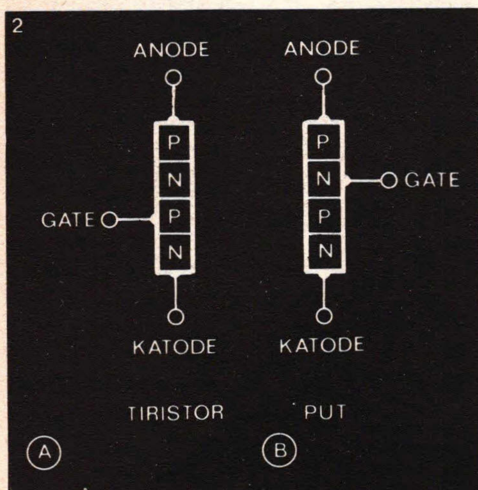


Figuur 1. Vergelijking van de simbolen van een PUT en een tiristor.

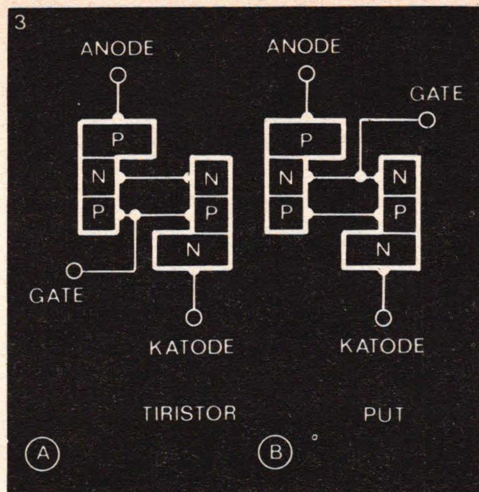
Deze laatste werd besproken in 'PE' 3. Kwa opbouw is de PUT echter vrij sterk verschillend van de UJT. De opbouw is namelijk sterk overeenkomstig met die van de tiristor, wiens werking nader werd toegelicht in 'PE' 4. Daarom grijpen we nog even terug op dat verhaal om de werking duidelijk te maken. Allereerst even het simbool van dė PUT; dat is in figuur 1-a weergegeven. In dezelfde figuur is tevens het tiristorsimbool getekend, om de treffende gelijkenis duidelijk te laten uitkomen. Ook de PUT bezit een stuurelektrode, maar die zit, in tegenstelling tot die van de tiristor, aan de anodekant van de diode. Figuur 2 geeft de opbouw van de halfgeleiderlagen in een tiristor (a) en een PUT weer. De trouwe lezer zal zich herinneren, dat de vierlagenstruktuur van de tiristor kon worden ontleed in twee drielaagsstrukturen, die uiteindelijk twee transistoren voorstelden, die op een speciale manier met elkaar gekoppeld zijn. Welnu, voor de PUT gaat een vrijwel identieke redenering op. Figuur 3 geeft hierover aanschouwelijke informatie. Ook in deze figuur dringt zich weer de vergelijking met de tiristor op. Doormiddendelen van de beide middelste lagen levert de beide gewenste drielagen-strukturen op. Het verschil zit 'm alleen in de aansluiting van de gate (=poort) elektrode. Die zit bij de tiristor aan de derde (p) laag en bij de PUT aan de tweede (n) laag. Zoals al gezegd vormen de beide stukken van drie lagen telkens twee transistoren. Hoe dat er in de vorm van een elektrisch schema uitziet, is op te maken uit figuur 4, waarbij de tiristor weer ter vergelijking is opgevoerd. Men zal zich herinneren, dat de tiristor in geleiding wordt gebracht, door de onderste transistor (npn) open te sturen door een spanning tussen gate en katode aan te leggen. Er ontstaat dan een soort van lawine-effekt, doordat beide transistoren elkaar in geleiding houden. Bij de PUT gebeurt iets analoogs. Hier wordt echter niet de onderste, maar de bovenste (pnp-) transistor open gestuurd.

Hoe dat gebeurt kan het best worden verklaard aan de hand van figuur 5, waarin de stroomloop door de PUT met twee pijlen is aangegeven. De anode is aangesloten op de plus van de batterij, de katode op dė min. De pn-overgang tussen de anode is in feite niets meer dan een gewone basis-emitterdiode van een transistor. Laat men er in de richting van de emitterpijl een stroom doorheen lopen, dan gaat de transistor T 1 open. Om dit te doen, is het voldoende, om een spanningsverschil van 0,5 à 0,6 volt aan te leggen tussen de gate (basis van T 1) en de anode (emitter van T 1).

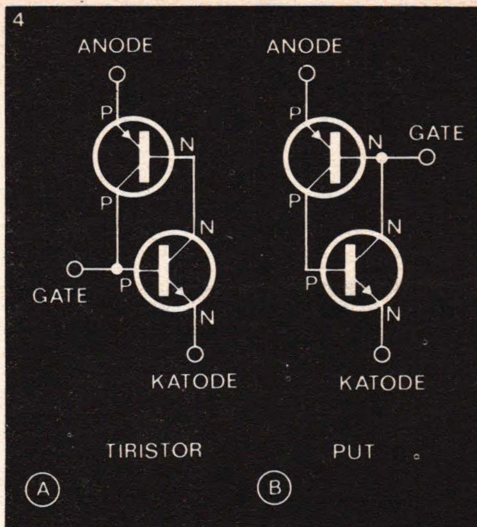
Gaat T 1 open, dan zal er ook een stroom door diens kollektor gaan lopen, maar die stroom kan nergens anders naar toe, dan naar de basis



Figuur 2. De lagenstruktuur van een tiristor (links) en een PUT (rechts). Merk de sterke overeenkomst op. Het enige verschil zit in de gate-aansluiting.



Figuur 3. Evenals de tiristor kan de PUT worden opgesplitst in twee drielagenstrukturen.

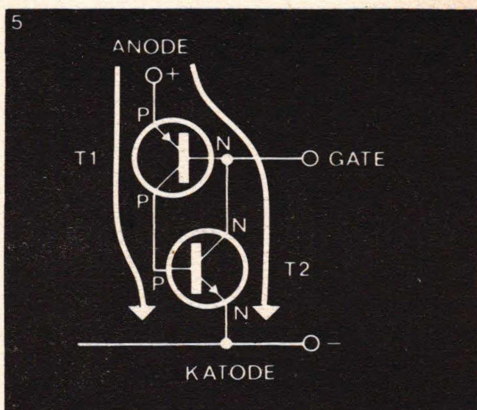


Figuur 4. De twee drielagenstrukturen uit figuur 3 blijken een stel komplementaire transistoren te vormen, die op de aangegeven manier met elkaar zijn verbonden.

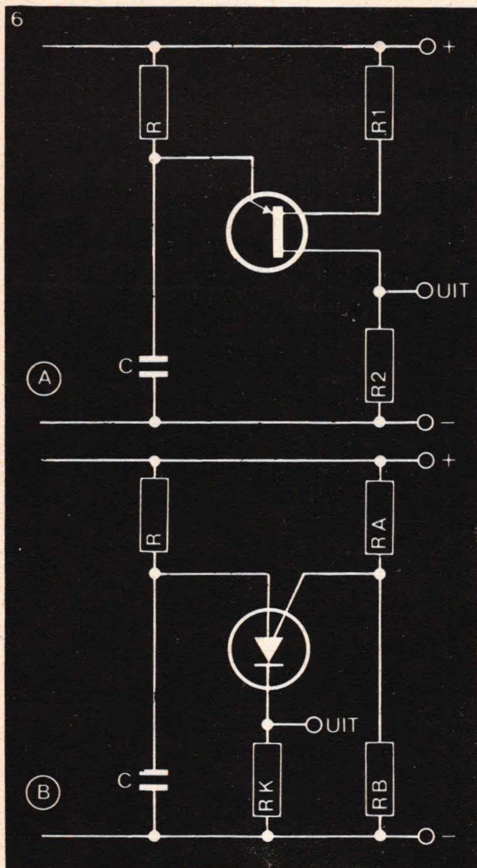
van T 2. Die basisstroom van T 2 zorgt ervoor, dat ook die open gaat. Maar, zoals uit figuur 5 blijkt, de kollektor van T 2 is op zijn beurt weer verbonden met de basis van T 1, zodat de basisstroom van T 2 de richting van de rechter pijl volgt. Ook hier ontstaat dus het bekende lawine-effekt, dat zowel T 1 als T 2 in verzadiging stuurt en ervoor zorgt, dat er tussen anode en katode een lage weerstand ontstaat (doorgaans is deze weerstand 3 ohm of lager).
Na deze korte uiteenzetting van de werking, zou men verwachten, dat een PUT dezelfde enorme vermogens zou kunnen schakelen als een tiristor. Toch is dat niet zo, voornamelijk vanwege technologische redenen, die samenhangen met het diffusieproces dat noodzakelijk is, om dit tipe halfgeleider te vervaardigen. Daarom ziet men de PUT meestal toegepast als een veredelde UJT. Desondanks biedt de PUT door zijn speciale eigenschappen de mogelijkheid, om bepaalde schakelingen verrassend eenvoudig te houden. Dat zal blijken uit de beide toepassingen, die nu besproken zullen worden.

DE PUT ALS UJT

In figuur 6 zijn ter vergelijking de twee oscillatoren getekend, links die met een UJT, rechts die met een PUT. Bij de bespreking van de UJT werd al duidelijk, dat de UJT triggert (open gaat), wanneer de spanning op diens emitter een waarde heeft bereikt, die gelijk is aan een vast percentage van de voedingsspanning. Dit percentage ligt tussen de 50 en 70 %. Tevens ligt het vast, als men de UJT heeft gekocht.
Nu blijkt meteen, waarom men de naam 'pro-



Figuur 5. De beide pijlen geven de twee stroomrichtingen aan door de PUT, wanneer die in geleiding is.



Figuur 6. Hier ziet men duidelijk de overeenkomst tussen een UJT en een PUT-oscillator. De PUT wordt hier dan ook als UJT gebruikt.

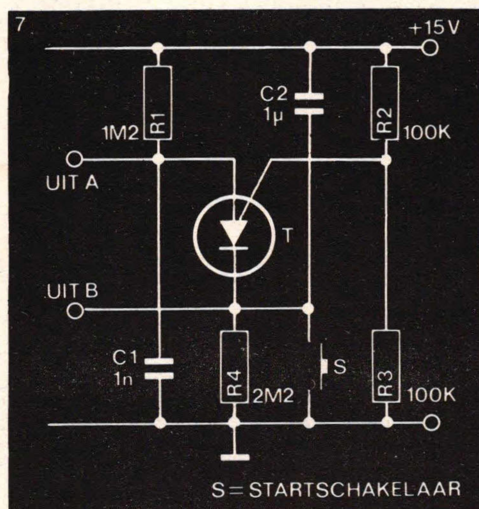
grammeerbare' UJT voor de PUT heeft gekozen, want men kan bij de PUT de triggerspanning op een willekeurig punt vastleggen, eenvoudigweg door twee weerstanden. In figuur 6-b zijn dat de weerstanden R a en R b. De triggerspanning wordt bepaald door de simpele formule:

$$\eta = Rb/Ra + Rb \ (\times 100\%)$$

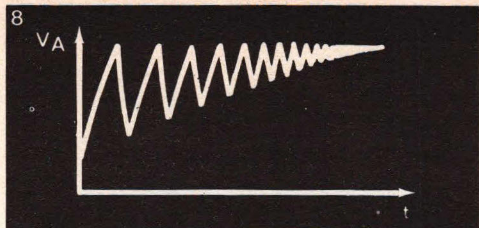
Als R a gelijk is aan R b, dan is η (griekse letter êta) 50 % van de voedingsspanning.
De werking van de schakeling is als volgt: via weerstand R laadt de kondensator zich langzaam op. De spanning op C neemt dus toe, totdat die gelijk wordt aan de triggerspanning. Op dat moment gaat de PUT open. De kondensator C gaat zich nu snel ontladen via de PUT en diens katodeweerstand R k. Over R k ontstaat door de ontlaadstroom een puls; deze puls kan als uitgangssignaal worden gebruikt van de PUT-oscillator.

TSJIRP OSCILLATOR

Een interessante toepassing van de PUT is de 'tsjirp-oscillator' uit figuur 7. Met deze schakeling kunnen de twee uitgangsspanningen worden opgewekt, die zijn afgebeeld in de figuren 8 en 9.
De oscillator start, wanneer de start-schakelaar S wordt ingedrukt. Als C 1 zijn triggerspanning heeft bereikt, wordt de lading van C 1 via T overgebracht naar de onderkant van C 2. De spanning aan de onderkant van C 2 gaat dus een stapje omhoog, zoals uit figuur 9 blijkt. T gaat nu weer dicht, en het spelletje begint opnieuw. Als C 1 zijn triggerspanning weer bereikt heeft, gaat opnieuw diens lading naar de onderkant van C 2, maar de spanning op de onderkant van C 2, was al geen nul volt meer; nu komt er dus nog wat bij. Zodoende stijgt de spanning aan de onderkant van C 2 op een manier, die in figuur 9 is weergegeven. De span-

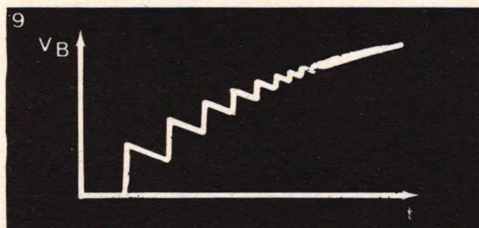


Figuur 7. Een leuke toepassing van de PUT is de hier getekende tsjirp-generator, waarmee men een elektronische kanarie in huis heeft gehaald.



Figuur 8. De spanning op de bovenkant van C 1 uit figuur 7.

ning op A heeft een verloop, dat in figuur 8 is opgetekend.
Na verloop van tijd bereikt de spanning aan de onderkant van C 2 een spanning, die ongeveer gelijk is aan de triggerspanning op C 1. Op dat moment stopt de oscillator. In de tijd tussen het starten en het stoppen van de oscillator is de oscillatiefrekwentie toegenomen en de amplitude afgenomen. Dit zijn de beide kenmerken, die het tsjirp-geluid karakteriseren.



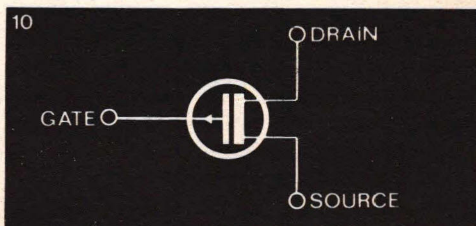
Figuur 9. De spanning over de katodeweerstand van figuur 7. Zowel de spanning uit figuur 8 als die uit deze figuur kunnen aan de ingang van een versterker worden toegevoerd. Zij geven een ietwat verschillend tsjirp-effekt.

DE MOSFET

Een MOSFET is niet een stukje van die kleine, groene plantjes, dat is omgetoverd tot een halfgeleider. Die illusie moeten wij U ontnemen.
MOSFET is, hoe kan het anders, een afkorting, die staat voor Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect-Transistor. Dat is een hele mond vol. In die lange naam is een deel van de opbouw verborgen, namelijk de konstruktie van de gate (= stuurelektrode). Hoe dit in elkaar zit, moet uit figuur 10 blijken.

Uit die figuur is op te maken, dat de MOSFET, evenals zijn kollega-FET (besproken in nummer 3 van 'PE') drie aansluitingen bezit: drain, source en gate. Bij de gewone FET of junction-FET bestaat de gate in feite uit een diode, die in sperrichting is aangesloten. Bij de MOSFET bestaat er een laagje isolator tussen de gate-aansluiting enerzijds en de drain en source anderzijds. In het simbool van figuur 10 is dit herkenbaar, doordat de gate geheel los is getekend van de source/drain.
Het isolatielaagje bestaat uit siliciumokside, het is uiterst dun om een zo groot mogelijke invloed van de stuurspanning aan de gate op het drain-source-kanaal mogelijk te maken. De stuurspanning op de gate doet niets anders dan de kanaalweerstand tussen drain en source variëren, in feite hebben we hier dus te maken met een weerstand, die met behulp van de gate-spanning van enige tientallen ohm tot enige tientallen mega-ohm regelbaar is. Men zal zich nog herinneren, dat dit met de gewone FET ook het geval was.
Toch heeft die een zeer groot nadeel ten opzichte van de MOSFET. Wil de junction-FET namelijk in zijn werkgebied (lineaire gebied) komen, dan moet de gate-spanning lager zijn dan de spanning aan source en gate. Bij de MOSFET is dat niet het geval. Hier ligt het lineaire gebied ongeveer midden tussen de spanning van drain en source.
In figuur 11 is de ligging van de drempelspanning (dat is het punt, waarbij de FET net open gaat) aangegeven ten opzichte van de drain- en source-spanning. In figuur 11-a voor de gewone FET, in figuur 11-b voor de MOSFET.
Evenals de junction-FET heeft de MOSFET een p-kanaal en een n-kanaal uitvoering. In

Figuur 10. Het simbool van de MOSFET. Uit het simbool wordt al iets duidelijk over de opbouw van dit soort transistor.



figuur 10 is de p-kanaal uitvoering getekend, figuur 12 geeft de komplementaire n-kanaals uitvoering.

DE TOEPASSING

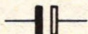
De MOSFET kan in principe worden toegepast op dezelfde manier als de junction-FET, daarom worden hier geen toepassingsvoorbeelden in detail besproken.

Naast de mogelijkheid tot toepassing van een MOSFET in een lineaire schakeling, wordt hij tegenwoordig meestal gebruikt in digitale toepassingen. Daarvoor bestaan weer verschillende redenen.

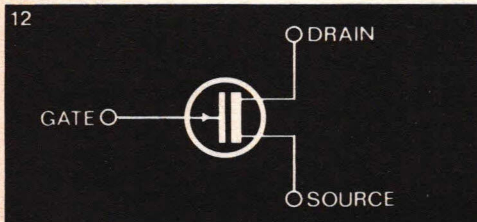
Door zijn uiterst lage stroomverbruik opent de MOSFET de mogelijkheid, om in duizendtallen op één enkel siliciumschijfje te worden geïntegreerd. Er kunnen op die manier uiterst komplekse schakelingen in een heel klein huisje worden ondergebracht. Dat verklaart ook, waarom men tegenwoordig een mikro-computer ter grootte van pakweg een pakje sigaretten kan vervaardigen.

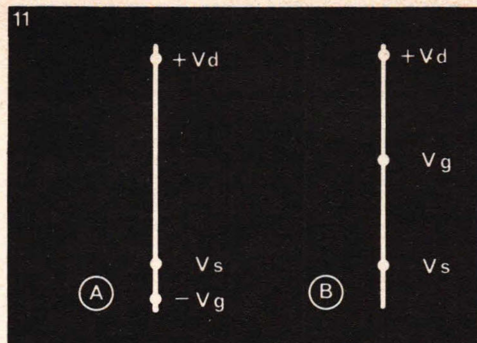
Een gang naar uw onderdelenhandelaar toont u eveneens een toepassing van MOS, namelijk de pocket-calculator. Sommige van die miniatuur rekenmachientjes ter grootte van een hand hadden meer dan vijftien jaar geleden de afmetingen van een middelgrote huiskamer.

Omdat de MOS-techniek nog erg jong is, is het einde van de ontwikkelingen op dat gebied nog lang niet in zicht. We durven daarom ook te voorspellen, dat binnen enkele jaren de mikrokomputer zijn intrede zal hebben gedaan in huishoudelijke toepassingen, mede omdat de prijs van dit soort schakelingen door massaproduktie nog steeds een sterk dalende lijn vertoont.



Figuur 12. De komplementaire tegenhanger van de MOSFET uit figuur 10.





Figuur 11. Grafische voorstellingen van de ligging van de drempelspanning V g van een junction-FET (a) en een MOSFET (b).

INDU INFO

Vader maakt een print

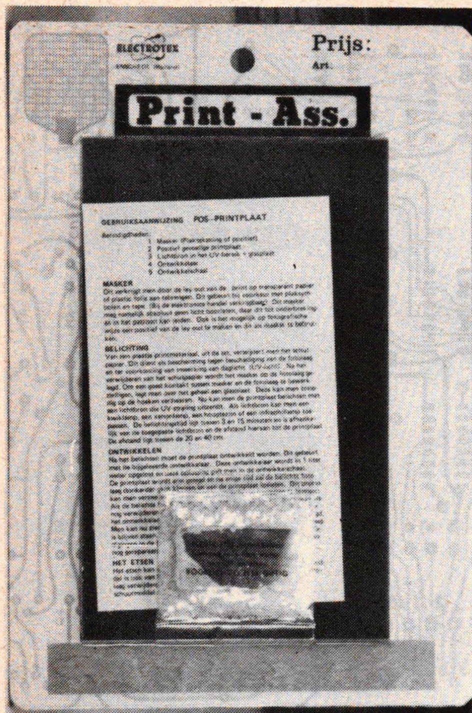
Vader maakt een print. U kent die vaders wel, die de lege avonduren trachten produktief te maken door een in het onvolprezen 'PE' beschreven schakeling na te bouwen. Uiteraard maakt hij, als rasechte amateur, géén gebruik van de Printsjop, maar stelt hij het op prijs de produktie van zijn werkstuk van voor tot achter in eigen hand te houden. Dus: vader maakt zélf een print. En hoe!
Hij vraagt zijn vrouw om een soortgelijk papieren zakje als dat waarin ze dagelijks zijn twaalfuurtje verpakt. Op dat papiertje tekent hij, bij voorkeur zonder lineaal, de lay-out van de te fabriceren print. Vervolgens neemt hij de hoogtezon ter hand teneinde het stukje fotogevoelige printplaat te belichten, en na het ontwikkelen begint het pas goed . . .
Hij neemt een wasteil, gooit daar een paar liter heet water in en een zekere hoeveelheid ijzerchloride, hij laat de te etsen print aan een draadje in het giftige goedje bungelen, en eenmaal uitgeëtst, moet hij nog zien de restanten op een andere manier dan via de gootsteen kwijt te raken. Paniek alom: schroeivlekken in het overhemd, uitgebeten gootstenen, en de hond heeft uit de teil gedronken . . .

Ach, lieve vaders, zo hoeft het toch niet meer! Uw eigenzinnige ideeën over het maken van prints, die uw toegenegen echtgenote reeds lang een doorn in het oog waren, zijn in één klap ouderwets dankzij het op de markt verschijnen van twee nieuwe produkten: de kant-en-klaar set met fotogevoelige printplaat plus ontwikkelaar van Eltex en de ets-zak van Seno.

Voor wat de materialen betreft die nodig zijn voor het op professionele wijze lay-outen van een print kunnen wij verwijzen naar een artikel dat in een van de volgende nummers van 'PE' zal worden gepubliceerd.

ELTEX PRINTPLAAT

Sinds enige tijd brengt de firma Eltex in Enschede stukken fotogevoelige printplaat kompleet met ontwikkelaar op de markt. De platen hebben een formaat van 10×16 cm (het zg. Eurokaart-formaat) en bestaan uit een koperlaagje met een dikte van 0,035 mm (35 micron) op een epoxy-basis. De verkoopprijs in de winkel bedraagt ongeveer zes tot zeseneenhalve gulden.
De verwerking is zeer eenvoudig: van het plaatje wordt de schutlaag verwijderd. Deze zit op de koperzijde om deze tegen daglicht (en met name ultraviolette stralen) te beschermen. Het masker met de lay-out wordt op de gevoelige laag gelegd en het geheel wordt met een glasplaat aangedrukt. Met een kwiklamp, een xenonlamp, een hoogtezon of een infraphillamp wordt nu gedurende 3 tot 15 minuten (de tijd moet eksperimenteel per lamp worden vastgesteld) belicht. Met een gewone lamp gaat het overigens ook, als men maar tijd van leven heeft (enige uren). Na het belichten moet de printplaat ontwikkeld worden. De bijgeleverde



ontwikkelaar in korrelvorm wordt opgelost in een liter water en in een schaal gegoten. Na enige tijd ontwikkelen (de print in beweging houden!) laat het belichte gedeelte van de fotolaag los en blijft het onbelichte deel (de printsporen dus) over.

Deze resterende gedeelten moeten nu geëtst worden. Dat kan gebeuren door middel van het bij de zelfde firma verkrijgbare ammoniumpersulfaat, maar ook met behulp van de hierna besproken ets-zak.

DE ETSZAK VAN SENO

In een biezonder stevige plastik zak zit een hoeveelheid etsmiddel die voldoende is voor het etsen van tien prints van het Eurokaartformaat.

De zak wordt afgesloten door middel van een plastik klem. In het overblijvende, open, stuk van de zak legt men de te etsen print, waarna men de zak met een tweede klem geheel afsluit. De eerste klem, die nu de etsvloeistof van de print scheidt, wordt verwijderd. Nu kan door de doorzichtige zak het etsproces gevolgd worden. Is dit proces voltooid, dan wordt het etsmiddel teruggebracht naar een zijde, de tussenklem aangebracht, de zak geopend en het gedeelte waarin de print zich bevindt onder de kraan uitgespoeld. De print kan nu er uit worden genomen en is, na wat schrobben met een schuursponsje teneinde de fotolaag te verwijderen en na bespuiten met 'Lötlack' (soldeerlak) klaar voor gebruik.

Het verdient aanbeveling de te etsen print tevoren goed af te bramen en de hoeken een beetje af te ronden, want wij weten uit eigen ervaring dat zo'n klein splintertje geweldige lekkages kan veroorzaken. De gebruiksaanwijzing (in het Duits) wijst hier trouwens ook op.

Erg goed vinden wij de manier waarop de uitgewerkte etsvloeistof verwijderd kan worden. Niet door de gootsteen spoelen, maar vermengen met een bijgeleverd poeder. Na enige tijd wordt het mengsel steenhard en kan gewoon met het huisvuil afgevoerd worden.

Rest ons te vermelden dat volgens het zelfde sisteem werkende vertin-, verzilver-, verguld- en ontwikkelbaden eveneens verkrijgbaar zijn. De prijs van het etsbad bedraagt ongeveer *f* 10,—.

INLICHTINGEN

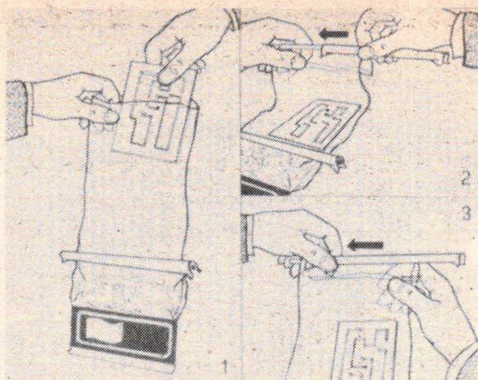
Nadere inlichtingen over de fotogevoelige printplaat zijn verkrijgbaar bij:

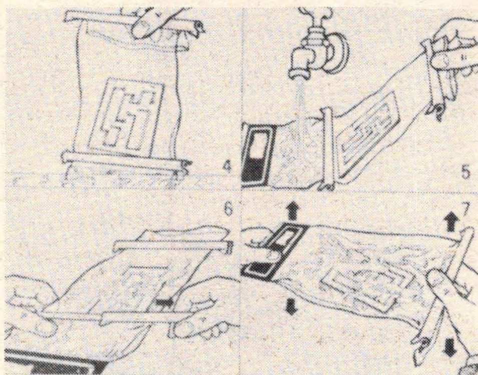
Eltex
H. ter Kuilestraat 163
Enschede
telefoon (053) 31 00 73

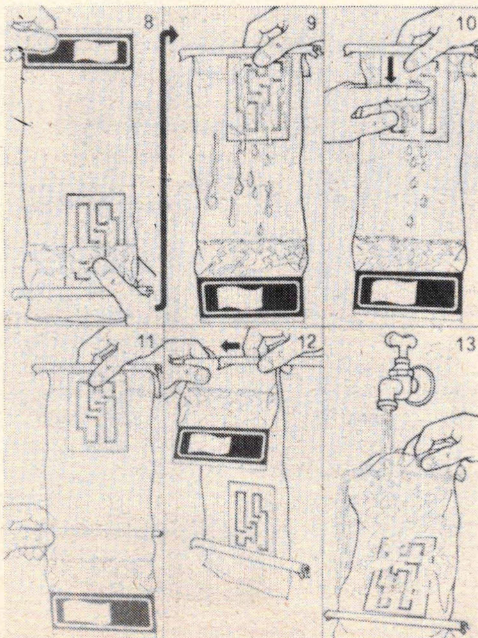
Informatie over het Seno GS-sisteem zijn te verkrijgen bij:

Vogel's Engros
Turfveldenstraat 31
Eindhoven
telefoon (040) 41 55 47

De verschillende handelingen bij het etsen met de SENO ETSZAK.
1 - de print in de zak duwen 2+3 - de zak afsluiten 4+5 - de zakinhoud verwarmen 6 - de afsluiting tussen etsmiddel en print verwijderen 7 - de zak heen en weer bewegen 8+9+10 - de print uit de etsvloeistof verwijderen en zoveel mogelijk etsmiddel afstrijken 11+12 - de afscheiding tussen print en etsmiddel aanbrengen 13 - de print spoelen.


1
2
3


4
5
6
7


8
9
10
11
12
13

HH HALTRONIC HH

Grubbelaan 2 Hoensbroek

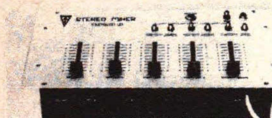
Tel. 045 - 214546 Giro 1918601

WERELDONTVANGER
MET 7 BANDEN
BATTERIJ EN LICHTNET



AM = 540 - 1600 KHz
FM = 88 - 108 MHz
SW1 = 4 - 6 MHz
SW2 = 6 - 12 MHz
VHF1 = 108 - 135 MHz
VHF2 = 145 - 172 MHz
WB = 162,5 MHz
PRIJS SLECHTS **115,—**

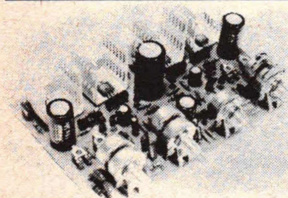
Professioneel
STEREO MENGPANEEL



Ingangen: micro 1 en micro 2
600 Ω of 50 k Ω
Pickup 1 en Pickup 2
MD of kristal **279,—**
Tape of tuner
Freq.bereik: 10-50.000 Hz.
Vervorming: minder dan 0,1%.
Signaal-ruisverhouding: 58 dB.
Met monitoraansluiting voor
hoofdtelefoon 4—16 Ω
Ingebouwde voeding voor 110—220 V



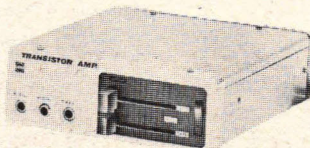
MK-612
10 stuks
verbindingsnoeren **4,25**



„MONACOR"
15 Watt
„Stereo" versterker **67,50**
Trafo hiervoor **19,95**

Leveringen onder rembours of vooruitbetaling boven *f* 25,—. Denkt u aan de portokosten! Inlichtingen alleen telefonisch. Maandagmorgen gesloten.

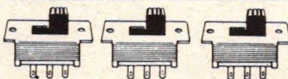
AUTOVERSTERKER 12V
MENGBARE INGANGEN
2 x MIKRO, 1 x TAPE
30 WATT, 4-8-16 OHM



PRIJS SLECHTS **275,—**

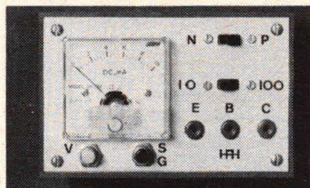
WIJ LEVEREN O.A.

AUTO ANTENNES V.A.	10,—
PRINTPLAAT PER d.m.²	0,66
NAALDEN O.A. GP400	32,—
DIODES TOT 60 A	
ERSA TIP 16 BOUT	29,75
ANT.VERST. + VOEDING	68,—
ALU. PLAAT 50 x 50 cm	7,50
ELEKTRONENBUIZEN	
WIKKELDRAAD DIV. MATEN	
WEERSTANDSDRAAD	
MICROFOONS V.A.	5,80
SCHAKELAAR : 80 SOORTEN	
8 TRACK CASS. 80 MIN.	6,50
WEERSTANDEN	0,10
10 ST. ÉÉN WAARDE	0,85
100 ST. ÉÉN WAARDE	7,—
IC VOET 14 PENS	0,80
PER 10 STUKS	7,—
DIODE SILICIUM UNIV.	0,25
PER 10 STUKS	1,50
PER 100 STUKS	10,—
KOELSTERREN TO-5	0,35
NETSTEKKER	0,60
PER 10 STUKS	5,—
TUIMELSCHAKELAAR	1,95
PER 10 STUKS	17,50



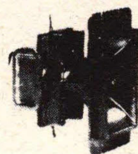
Sub. miniatuur **SCHUIF-SCHAKELAAR;** dubbelpolig- om
Compleet met bevestigings-materiaal. **0,95**
Afstand bevestigingsgaten: 19 mm.

TRANSISTORTESTER
TEST: LEK, ONDERBREKING
POLARITEIT, VERSTERKING



VOOR BESCHRIJVING ZIE
P.E. NO. 2 BLZ. 55
KOMPLEET MET KAST
FRONT 7 x 11 CM.
BOUWSET SLECHTS **38,50**

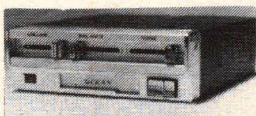
ALARMPRINT
maakt van uw luidspreker
een FBI sirene.
Voeding 9-12 Volt. **24,—**

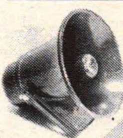


HTM-2 Hoorn tweeter, 80 Watt, 8 Ohm

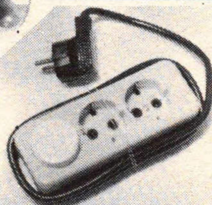
15,90

'OCEAN' STEREO
Auto-recorder **94,—**



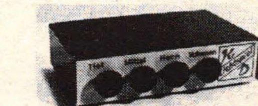


Hoorn luidspreker
15 watt 8 ohm
***f* 35,50**



DIMMER
600 W
MET
SCHAK.

42,—



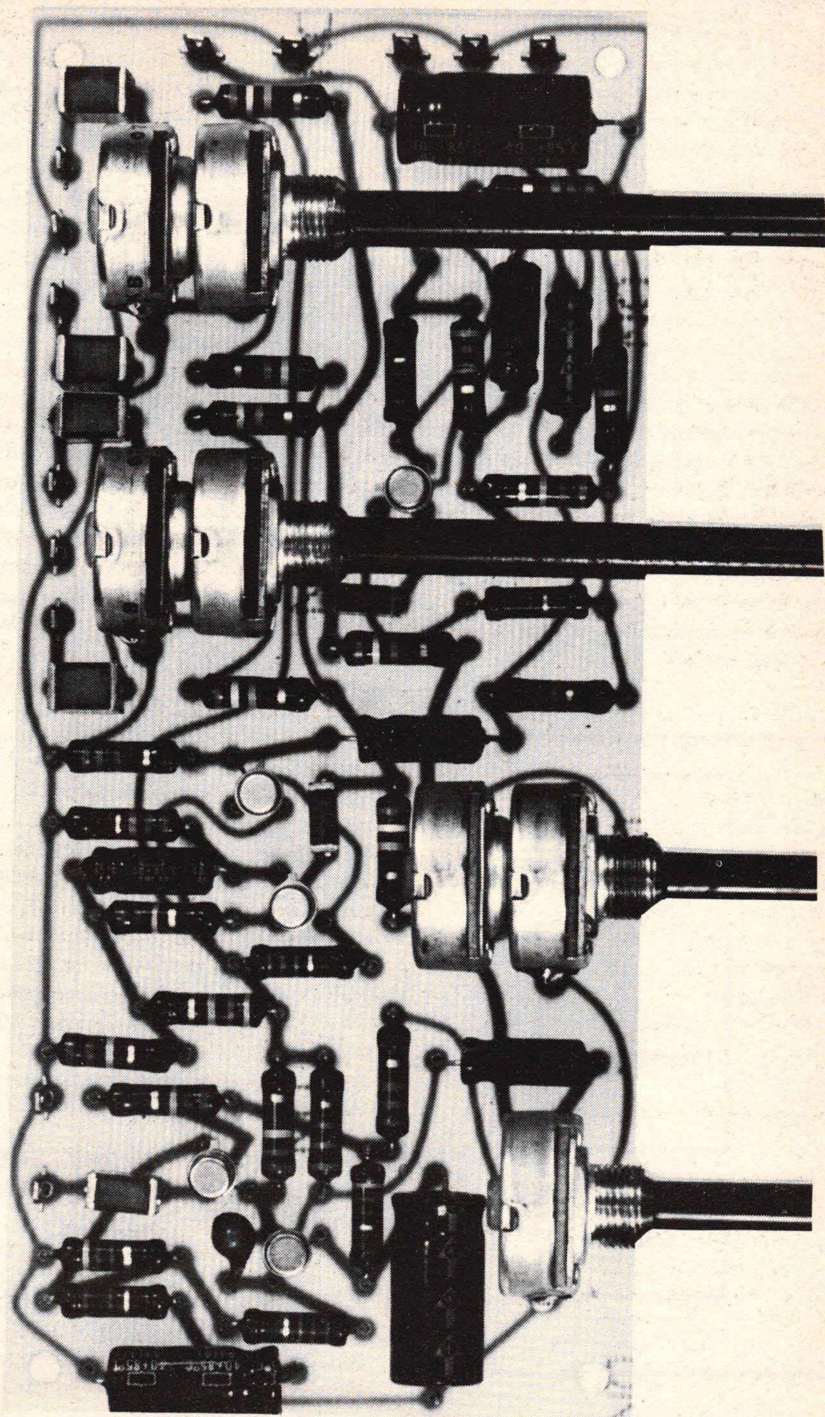
Driekanaals lichtorgel
Maximale belasting 3 x 1000 watt
3 x 300 watt kontinu
Uw eigen lichtshow voor ***f* 67,50**

DE MINI-MIKS



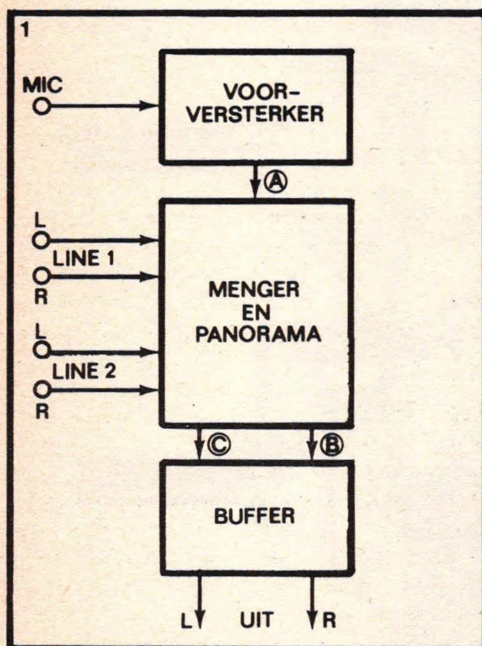
Wij weten het zelf maar al te goed: wij zijn niet gewend onze ooit vurig afgelegde schakeltechnische beloften na te komen. Toen wij bij de beschrijving van de 'Syndiatape', enige nummers geleden, aankondigden dat wij op korte termijn zouden komen met de beschrijving van een kleine menger, speciaal bedoeld voor het samenstellen van geluidsmontages voor dia- en filmvertoningen, zal wel geen enkele vaste lezer van dit tijdschrift geloofd hebben dat daar nog ooit iets van zou komen. Aangespoord door de hoge skore van een menger in de 'Wens Top-tien' en vooral door de in eigen kring levende behoefte aan zo'n ding, is het dan toch zover.
Nu zegt die hoge skore in de 'Wens Top-tien' niet zo erg veel. Op de vierde plaats zijn alle gevraagde mengschakelingen samengebundeld. Een heleboel mensen zullen ongetwijfeld niet tevreden zijn met het in dit artikel beschreven eenvoudige apparaatje. Geen paniek, wij beloven hierbij plechtig dat een van de volgende ontwerpen in de reeks 'Schakelingen in moduultechniek' volledig gewijd zal zijn aan een luuksueuze mikser, die eenieder naar eigen behoeften kan uitbreiden.
Voor de mensen voor wie dat luuksueuze niet zo nodig hoeft is de 'Mini-miks' bedoeld. Deze menger heeft drie ingangen: een mono-ingang voor een mikrofoon en twee niet zo erg gevoelige stereo-ingangen voor tuners, rekorders of (voorversterkte) platendraaiers. De ene mikrofooningang kan door middel van een panoramaregelaar op iedere willekeurige plaats in het geluidsbeeld worden ingesteld. De menger is zo ontworpen, dat hij zonder meer aan de opname-ingang van een rekorder aangesloten kan worden. De versterking van de mikrofooningang is dan ook met opzet niet te groot gekozen. Het maakt verder in de praktijk niets uit, dat de twee line-ingangen een verzwakking tussen in- en uitgang hebben. De gevoeligheid van de opname-ingang van de rekorder is groot genoeg om die verzwakking op te vangen.

VOEDING: 9 VOLT BATTERIJ
VERSTERKING MIKROFOONINGANG: 33 MAAL
VERZWAKKING LINE-INGANGEN: 3,3 MAAL
MAKSIMALE MIKROFOONINGANGSSPANNING: 10 MILLI-VOLT
MAKSIMALE LINE INGANGSSPANNING: 2 VOLT
FREKWENTIEBEREIK MIKROFOONINGANG: 15 Hz - 15 kHz (−3 dB)
FREKWENTIEBEREIK LINE INGANGEN: 15 Hz - 50 kHz (−1 dB)
UITGANGSIMPEDANTIE: 500 OHM



INLEIDING

Waaraan moet zo'n eenvoudig mengpaneel voldoen? In de eerste plaats is het duidelijk dat er een mikrofooningang aanwezig moet zijn. Het strijdpunt is of een stereo dan wel een mono ingang vereist is. Perfektionisten zeggen natuurlijk dadelijk: een stereo-ingang. Toch is dit niet zo voor. de hand liggend. De meeste mensen hebben slechts één mikrofoon. Het voorzien van een mengpaneeltje met een stereo-mikrofooningang verplicht deze mensen een tweede mikrofoon aan te schaffen. Veel logischer lijkt ons het mengpaneel te voorzien van een mono mikrofoonversterker, maar deze versterker wel te voorzien van een zogenaamde panorama-regeling. Met deze knop kan men dat ene mikrofoonsignaal over beide kanalen van de mikser verdelen. Staat deze knop in de middenstand, dan zal het mikrofoonsignaal even luid op beide sporen van de rekorder verschijnen. Draait men de panorama-regelaar in een van de uiterste standen, dan zal het gesprokene alleen opgenomen worden op het linker of rechter kanaal.



Figuur 1. Het blokschema van deze eenvoudige mengversterker.

Een tweede diskussiepunt is het aantal stereo-ingangen dat het mengpaneel rijk moet zijn. Ook hier heeft het geen enkele zin zich aan overdaad over te geven. Een groot aantal ingangen heeft immers alleen zin als men ook een groot aantal geluidsbronnen ter beschikking heeft. De doorsnee dia- of filmhobbiist zal echter niet meer dan twee geluidsbronnen, namelijk een platendraaier en een kassetterekorder bezitten. Het aantal stereo-ingangen bij de 'Mini-miks' is dan ook bewust beperkt tot twee. Deze ingangen hebben geen hoge gevoeligheid. De uitgangssignalen van tuner en kassetterekorder zijn immers groot genoeg.

Een probleem vormt uiteraard de gevoeligheid van een platendraaier. Gebruikt men een magnetisch element, dan zal men het uitgangssignaal van dit element een voorversterkerbeurt moeten geven. Natuurlijk bestaat ook de mogelijkheid een normale versterker als voorversterker te laten fungeren. Het versterkte signaal van de platendraaier kan dan afgetakt worden op de 'naar rekorder'-plug van de versterker.

HET BLOKSCHEMA

Uit de inleiding volgt eigenlijk zonder nadere toelichting, hoe het blokschema van de 'Mini-miks' opgebouwd moet worden. Dit schema is voorgesteld in figuur 1.

De mikrofoonversterker versterkt het uiterst kleine mikrofoonsignaaltje, tot het op hetzelfde nivo zit als de ingangsspanningen van de overige twee ingangen. De uitgang van de mikrofoonversterker gaat, samen met die overige ingangen naar een meng- en panorama-blok, waar alle signalen worden verdeeld over de stereo-uitgang.

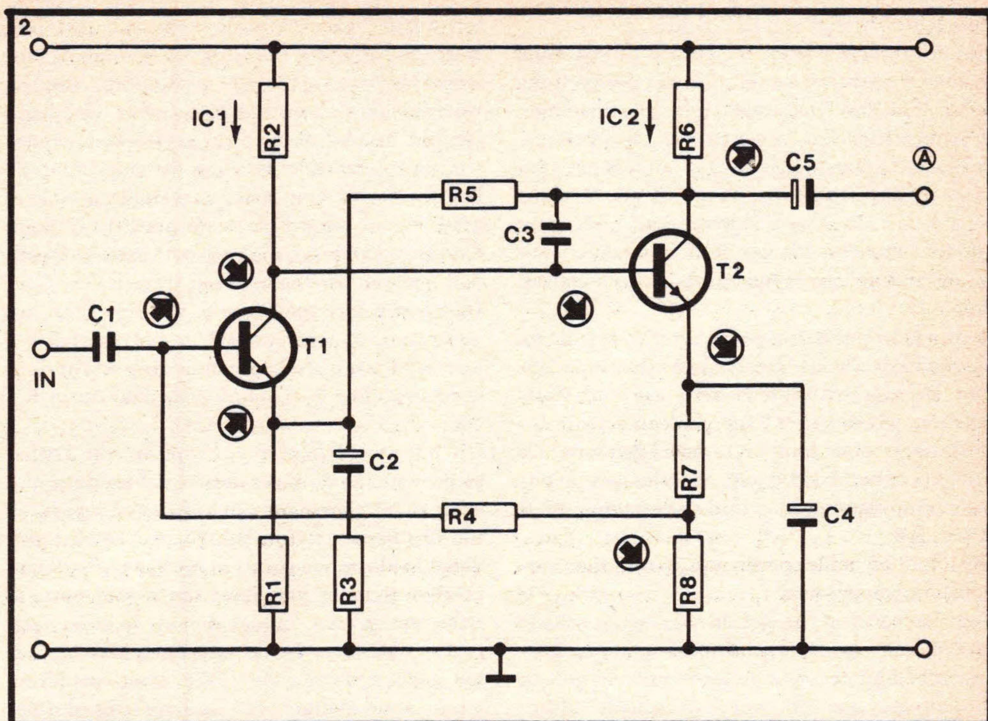
Een eindtrap maakt deze uitgangen geschikt voor sturing van de te gebruiken rekorder.

DE MIKROFOONVERSTERKER

Het schema van de mikrofoonversterker is in figuur 2 getekend.

De versterker is opgebouwd uit twee trappen, die gelijkspanningsgekoppeld zijn. Dat wil zeggen dat de uitgang van de eerste trap (de kollektor van transistor T 1) rechtstreeks, dus zonder tussenschakeling van een kondensator verbonden is met de ingang van de tweede trap (de basis van transistor T 2).

Deze schakelstruktuur is tiperend voor de



Figuur 2. De mikrofoonversterker. Aan de hand van de pijltjes kan men het spanningsverloop in de schakeling nagaan.

meeste mikrofoonversterkers. Zo'n rechtstreekse koppeling is erg handig, maar ook erg gevaarlijk. De kans is groot dat door spreiding in de karakteristieken van verschillende gebruikte transistoren en door invloed van temperatuurverhoging de schakeling op hol slaat. Het is dan ook zeer noodzakelijk enige netwerken in te bouwen, die de schakeling kontroleren en eventueel op het rechte pad houden. Dergelijk soort netwerken noemt men algemeen terugkoppelingen. Zij koppelen als het ware een deel van het uitgangssignaal van de versterker terug naar de ingang. Als de schakeling om een of andere reden gek zou willen gaan doen, dan manifesteert die gekke bui zich natuurlijk aan de uitgang. De terugkoppeling bespeurt het onraad en door een gedeelte van die uitgangsspanning toe te voeren aan de ingang zal de versterker gedwongen worden zich als een 'aangepaste' versterker voor te doen.

De eerste terugkoppeling is opgebouwd uit de onderdelen R 4, R 7 en R 8.

Alvorens de werking van dit sisteem te bespreken, is het nodig het spanningsverloop in de schakeling te verklaren. Dit is in het schema van figuur 2 aangeduid door middel van pijltjes, een heel gebruikelijke gang van zaken.

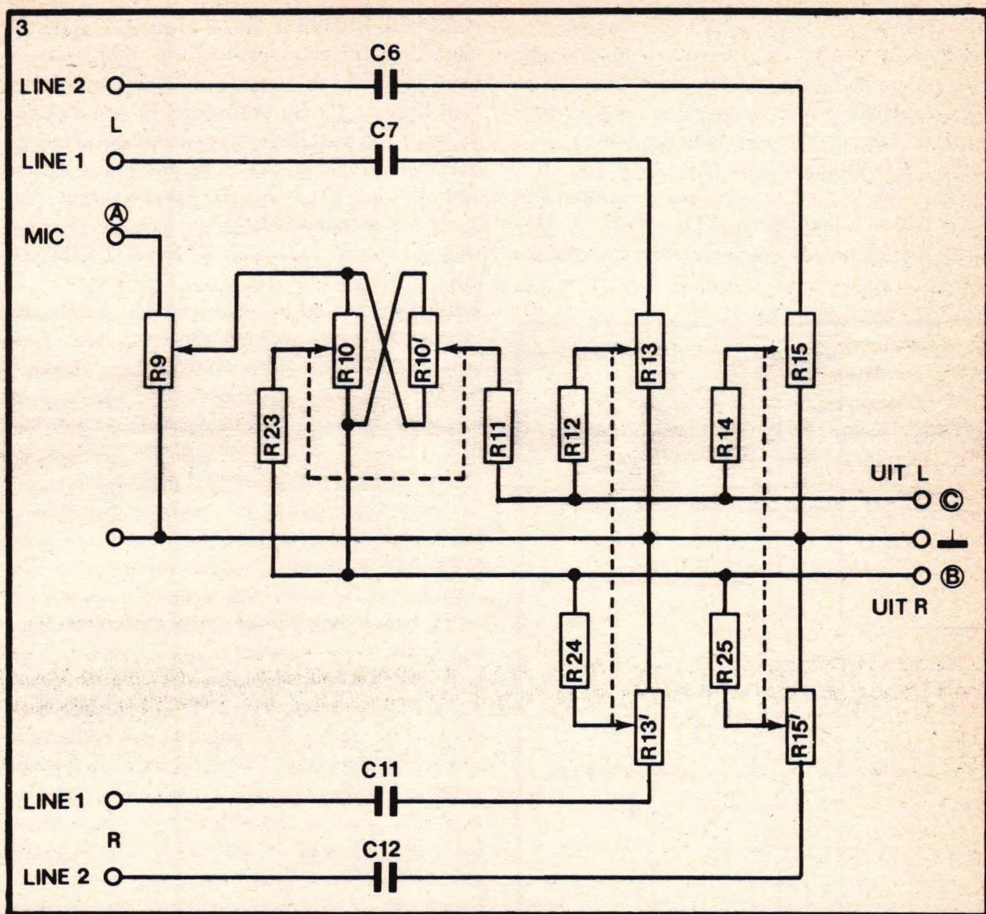
Uiteraard begint men die redenering door te veronderstellen dat de spanning op de ingang in de een of andere richting verandert, of in minder geheimzinnige termen, daalt of stijgt.

In het voorbeeld van figuur 2 wordt aangenomen dat de spanning op de basis van T 1 stijgt. Het rechtstreekse gevolg is, dat de basis-emitterspanning van deze halfgeleider groter wordt. De transistor zal dus meer gaan geleiden, wat wil zeggen dat de kollektorstroom Ic1 groter wordt. De spanningsval over de weerstanden R 1 en R 2 neemt dus toe, want tot nader order is de spanning over een weerstand nog altijd rechtstreeks afhankelijk van de waarde van de stroom door die weerstand. De spanning over de emitterweerstand R 1 neemt dus toe, wat in het schema voorgesteld is door

het naar de hemel wijzende pijltje.
Het gevolg van het toenemen van de spanning over de kollektorweerstand is, dat de spanning op de kollektor gaat dalen. Dit lijkt misschien vreemd, maar het is eenvoudig te verklaren. De spanning op de kollektor is immers het verschil tussen de voedingsspanning en de spanning over de kollektorweerstand. Als deze laatste toeneemt, dan wordt dit verschil kleiner en gaat bijgevolg de spanning op de kollektor dalen.
Deze spanningsdaling wordt uiteraard volledig aan de basis van de tweede transistor aangeboden. De basis-emitterspanning van deze halfgeleider wordt dus kleiner, waartegen de tor protesteert door minder te gaan geleiden. De kollektorstroom Ic2 daalt, en bijgevolg eveneens de spanningsval over de weerstanden R 6, R 7 en R 8.
Besluit: de kollektorspanning stijgt en de emitterspanning daalt.
Door de versterking van de schakeling zal een heel kleine variatie van de basisspanning grote, ontoelaatbare spanningsschommelingen op de kollektor van de tweede transistor tot gevolg hebben.
Gelukkig dus maar, dat er twee korrigerende netwerken zijn ingebouwd!
Het eerste is, zoals reeds gezegd, het weerstandennetwerk in de emitter van T 2.
Het knooppunt van de weerstanden R 7 en R 8 zal in spanning gaan dalen. Deze daling wordt via de weerstand R 4 teruggevoerd naar de basis van de eerste transistor. De oorspronkelijke spanningsstijging wordt dus tegengewerkt. Deze terugkoppeling zorgt er dus voor, dat een spanningsverandering in ongunstige zin dadelijk wordt gekompenseerd door een spanningsverandering in gunstige zin.
Een tweede korrigerend netwerk wordt gevormd door de weerstanden R 5 en R 1. De ongewenste spanningsstijging op de uitgang komt, verzwakt door de genoemde weerstandsdeler, terecht op de emitter van de eerste transistor. Door deze stijging zal de basisemitterspanning kleiner worden, zodat de eerste halfgeleider minder gaat geleiden. Ook hier wordt dus een ongunstige variatie (het toenemen van de kollektorstroom van de eerste transistor) tegengewerkt.
Genoeg over dit op zich zeer interessante onderwerp van terugkoppeling! Versterken moeten we dat kleine mikrofoonsignaal! Dat kan, want de signaalversterking van de versterker wordt bepaald door de verhouding van de weerstanden R 5 en R 3. Hoe groter deze laatste, hoe minder de trap zal versterken. Omdat we niet weten hoe gevoelig uw mikrofoon is, hebben we de trap maar ingesteld op maksimale versterking. Zou in de praktijk blijken, dat uw mikrofoon een erg groot signaal afgeeft, dan kan de versterking van deze mikrofoonversterker teruggeschroefd worden door het vergroten van weerstand R 3 tot bijvoorbeeld 1 kilo-ohm. De instelling van de trap wordt door deze wijziging niet beïnvloed, daar zorgt C 2 voor.
Uit het overzichtje in de kop van dit artikel blijkt, dat het frekwentiebereik van deze mikrofoonversterker aan de hoge kant beperkt is tot 15 kilo-hertz. Dit hebben we bewust gedaan. In de eerste plaats is het zinloos een mikrofoon signalen van meer dan 15 kilo-hertz te laten versterken, omdat die in de stem toch niet voorkomen. In de tweede plaats bestaat het gevaar, dat de versterker gaat oscilleren, om maar te zwijgen van de hoge ruis, die het gevolg zal zijn van de hoge bandbreedte.
Behoort u tot de steeds kleiner wordende groep lieden, die geen genot beleeft aan het beluisteren van muziek als die niet wordt weergegeven door een sisteem dat tot minstens 20 kilo-hertz gaat, dan hoeft u alleen het kleine kondensatortje C 3 te verkleinen tot de halve waarde.

HET MENGSISTEEM

Het mengen van de verschillende signalen gebeurt volgens het sisteem van figuur 3.
Het volume van de mikrofoon moet uiteraard geregeld worden. Hiervoor wordt potmeter R 9 aangezocht. Deze is tamelijk laagohmig, wat ten eerste een vereiste is om de op de potmeter aangesloten panoramaregelaar goed te laten werken en ten tweede zonder bezwaar kan, want de uitgangsimpedantie van de mikrofoonversterker is laag genoeg.
Het mono-signaal van de mikrofoon moet nu verdeeld worden over de beide kanalen van het stereo-sisteem. De panoramaregelaar bestaat uit niets meer dan één stereo lineaire potmeter R 10. De werking van deze potmeter wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 4.



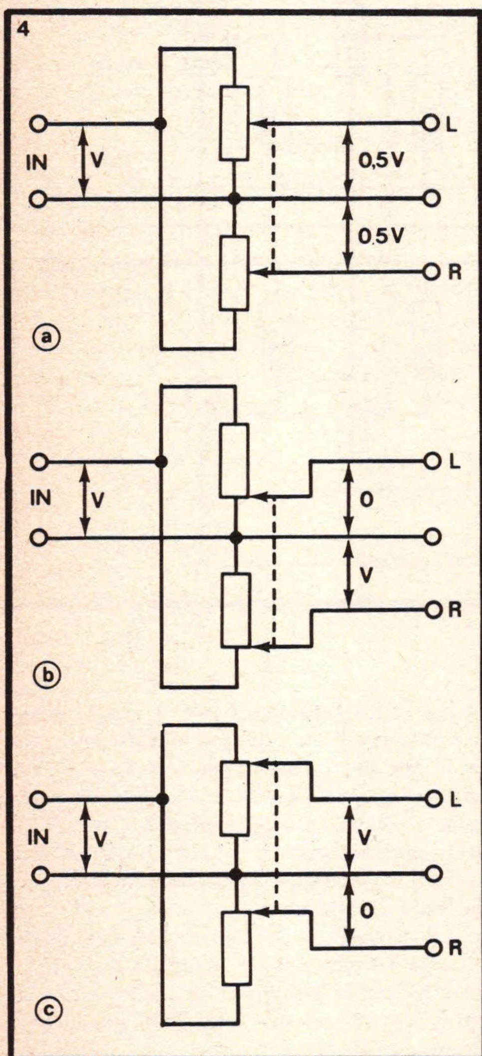
Figuur 3. Het bedieningsgedeelte van de schakeling.

De schakeling is daar enigszins anders getekend. Als de loper van de potmeter in de middenstand staat, dan zijn beide deelweerstanden van de potmeter even groot. Stel, dat het versterkte mikrofoonsignaal gelijk is aan V volt. Dit signaal wordt aan beide potmeters aangeboden. In figuur 4-a staan de lopers van de potmeter in de middenstand. Op de lopers staat dus de helft van het totale signaal, 0,5 V volt dus. Het monosignaal van de mikrofoon belandt dus in gelijke mate op de beide kanalen van het stereo-sisteem. Het mikrofoonsignaal zal dus bij weergave van het via de mikser opgenomen signaal even hard uit beide luidsprekers klinken, wat door ons gehoor wordt geïnterpreteerd als bevindt de spreker zich tussen beide boksen.

In het voorbeeldje van figuur 4-b zijn de lopers in een van hun uiterste standen geplaatst. De linker uitgang is dan met massa verbonden en voert bijgevolg geen signaal. De rechter uitgang is rechtstreeks verbonden met de mikrofoonversterkeruitgang en heeft dus maksimum signaal. Bij weergave klinkt de stem alleen uit de rechter luidspreker.

In het voorbeeldje van figuur 4-c is het andere uiterste voorgesteld. Nu krijgt de linker uitgang het volledige signaal en de rechter niets. De stem heeft zich nu ter linkerzijde opgesteld. Besluit is, dat men door draaien aan de potmeter het mikrofoonsignaal vloeiend van links in het geluidsbeeld naar rechts kan laten heen- en weer wandelen.

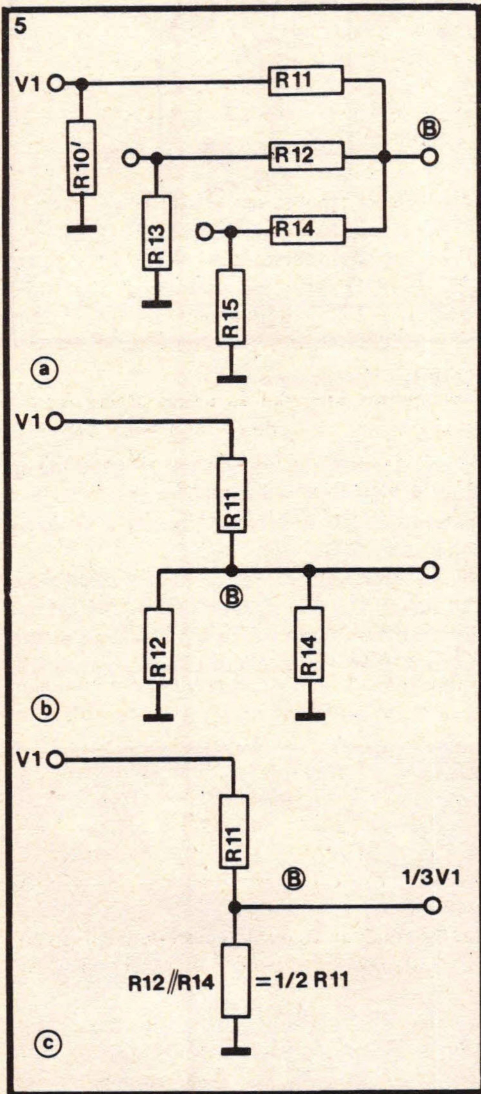
Deze eenvoudige schakeling heeft wel een nadeel. In de middenstand wordt slechts de helft van het mikrofoonsignaal aan de beide uitgangen aangeboden. Men krijgt dus een niet onbelangrijke verzwakking van het signaal.
Terug naar het schema van figuur 3.
De twee line-signalen worden door middel van scheidingskondensatoren (C 6 - C 7 - C 11 - C 12) rechtstreeks aangeboden aan de volumepotmeters R 13 en R 15. De ingangsimpedantie van deze line-ingangen wordt dus volledig bepaald door de waarde van die potmeters. Hoe hoger de ingangsimpedantie, hoe minder de op de schakeling aangesloten geluidsbron belast wordt. Men kan deze potmeters echter een niet te hoge waarde geven, want dan komt het mengsisteem in gevaar. De gekozen waarde van 47 kilo-ohm is dus een kompromis.



Figuur 4. De werking van de panoramaregelaar, verduidelijkt aan de hand van 3 voorbeeldjes.

Besluitend kan men stellen, dat de signalen die gemengd moeten worden aanwezig zijn op de lopers van de potmeters R 10, R 13 en R 15 voor het linker kanaal en op de lopers van de potmeters R 10', R 13' en R 15' voor het rechter kanaal.
Het mengen gebeurt op een passieve metode, dat wil zeggen dat er geen transistoren aan te pas komen. De weerstanden R 11, R 12, R 14 en R 23, R 24, R 25 zijn voor het mengen verantwoordelijk. Vandaar dat men zo'n eenvoudig mengsisteem ook wel eens een resistieve mikser noemt.
Hoe het nou kan, dat zo'n drie kleine weerstandjes verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van een gekombineerd geluidssignaal wordt verklaard met behulp van figuur 5.
De drie mengweerstanden hebben, vergeleken met de potmeters, waarop ze zijn aangesloten, een erg hoge waarde. De linker aansluitingen van deze weerstanden liggen dus via de verwaarloosbaar kleine weerstanden van de potmeters aan massa.
In figuur 5-a wordt verondersteld dat er alleen op het mikrofoonkanaal een signaal van V 1 volt aanwezig is. De twee line-ingangen hebben dus geen ingangssignaal. Daar de weerstanden R 13 en R 15 erg klein zijn ten opzichte van de mengweerstanden R 12 en R 14, kan men rustig aannemen, dat de knooppunten van de weerstanden R 12 - R 13 en R 14 - R 15 aan massa liggen.
Het schema van figuur 5-a kan dan eenvoudiger voorgesteld worden, zoals getekend in figuur 5-b.
Er ontstaat een spanningsdeler tussen de spanning V 1 en de massa. Daar alle weerstanden even groot zijn, kan het schema nog verder vereenvoudigd worden tot het schemaatje van figuur 5-c.
Besluit is, dat van het mikrofoonsignaal van V 1 volt er slechts één derde aan de uitgang

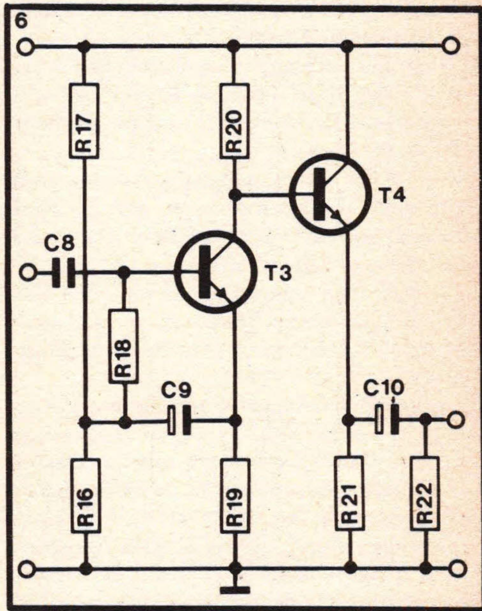
van de weerstandenmenger overblijft.
Hetzelfde verhaaltje kan natuurlijk ook verteld worden, als er spanning staat op de twee overige ingangen. Van ieder van die ingangsspanningen zal er eksakt een derde terecht komen op het punt B.
Als we nou op alle drie de ingangen een signaal zetten, dan zullen er in de schakeling een groot aantal stromen gaan vloeien. Ieder signaal zal door de verschillende weerstanden een stroom sturen. Het resultaat is, dat op punt B een signaal ontstaat, dat is samengesteld uit delen van de drie signalen, die op de ingangen staat. Hoe groter een van de ingangsspanningen is, hoe groter de vertegenwoordiging van deze ingang op de uitgang zal zijn.



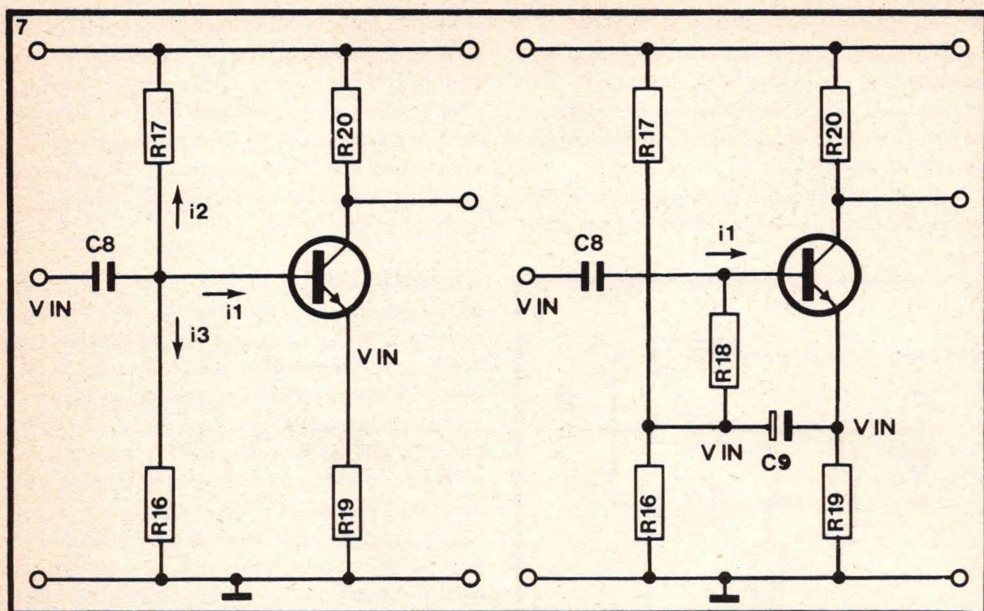
Figuur 5. Ook de werking van de resistieve menger wordt duidelijk door 3 praktijkvoorbeeldjes te beschouwen.

DE EINDTRAP

De toegepaste en net besproken weerstandenmenger valt op door zijn eenvoud, maar hij heeft wel enige kleine nadeeltjes. Zo is het duidelijk dat door de spanningsdeler, die voor ieder ingangssignaal gevormd wordt een groot gedeelte van de spanning verloren gaat. Vervolgens moeten de mengweerstanden vrij groot zijn, dit omdat ze de instelling van de volumepotmeters niet mogen beïnvloeden. Dit tweede nadeel brengt met zich mee, dat het gemengd signaal op punt B erg hoogimpedant is. Dit punt kan dus niet rechtstreeks naar de uitgang van de schakeling gaan, omdat bij aansluiten onverbiddellijk brom zal opgepikt worden. Verder zal de spanning op punt B in el-



Figuur 6. De eindtrap is opgebouwd uit de kombinatie van een bootstrap en een emittervolger.



Figuur 7. Vergelijking van een normale trap en een trap met bootstrapping.

kaar donderen, als het op de uitgang van de menger aangesloten apparaat niet een erg hoge ingangsweerstand heeft.

Er moet dus een trapje tussengeschakeld worden, dat een hoge ingangs- en een lage uitgangsimpedantie heeft. Zo'n trap is getekend in figuur 6.

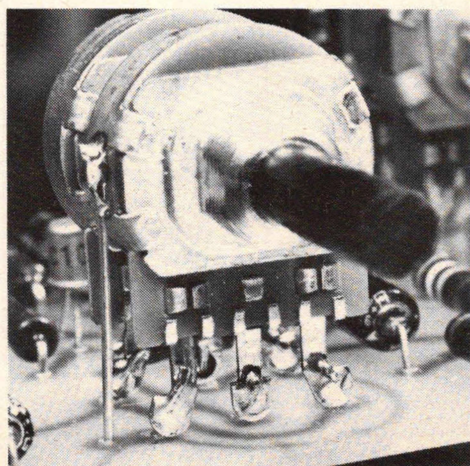
Hoewel je het er niet zo dadelijk aan ziet, heeft die trap een ingangsimpedantie van niet minder dan 3,6 mega-ohm (3 600 000 ohm!) en een uitgangsweerstand van 500 ohm.

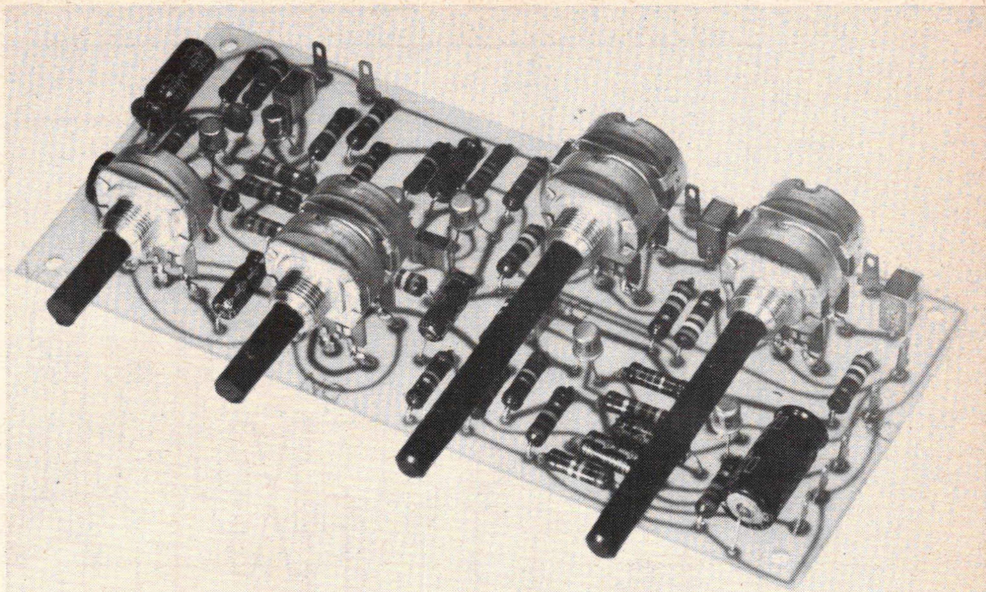
Voor deze hoge ingangsimpedantie is de elko C 9 verantwoordelijk. Deze elko voert een zogenaamde 'bootstrapping' door op het ingangssignaal.

Dit principe is belangrijk genoeg om er even bij stil te staan. In figuur 7 is de ingangstrap van de schakeling getekend, links zonder en rechts met bootstrapping. In de eerste plaats moet opgemerkt worden, dat de belastingweerstanden in emitter en kollektor even groot zijn. Een algemene eigenschap van een dergelijke versterker is, dat de spanningsversterking van de trap gelijk is aan een. Op de kollektor en de emitter zal men dus signalen terugvinden die, wat grootte betreft, gelijk zijn aan het signaal op de basis.

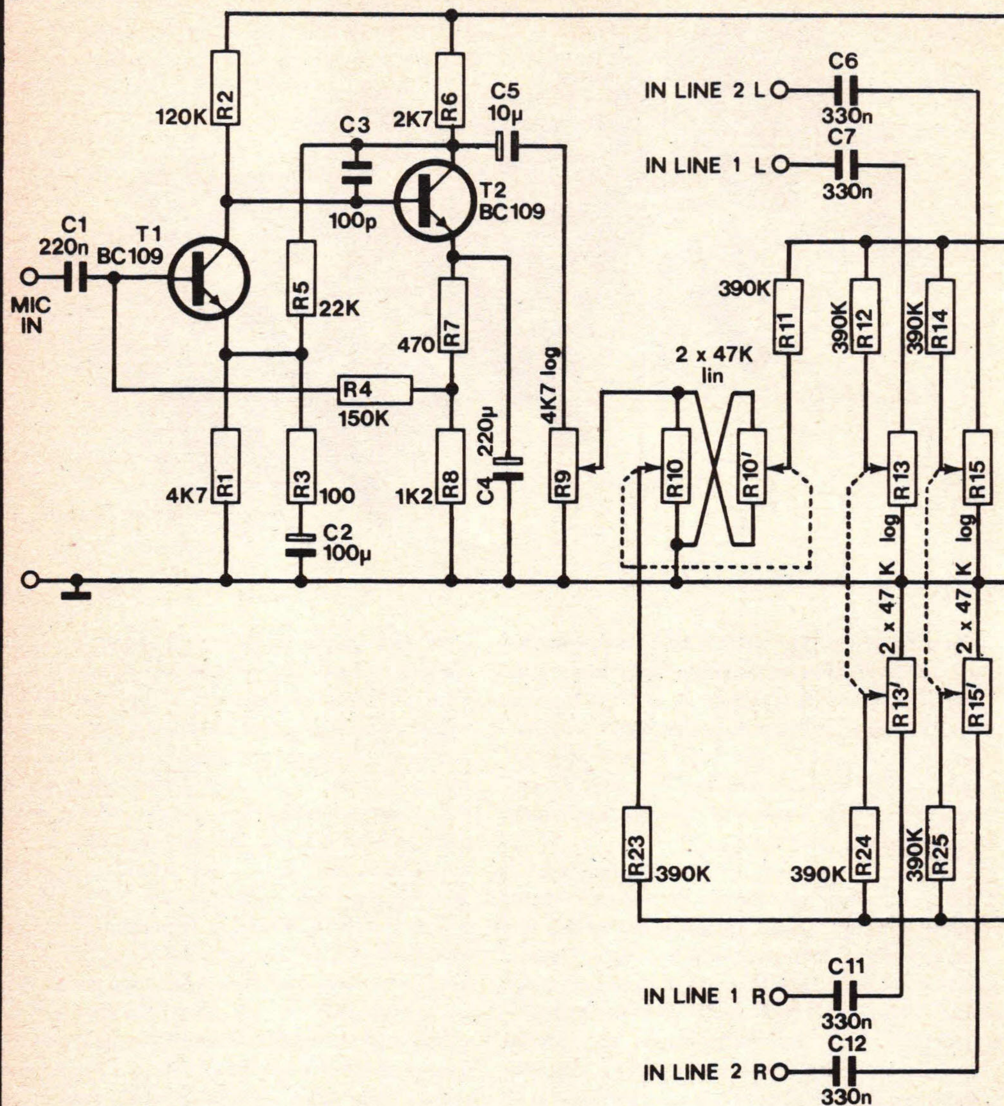
Op de tweede plaats valt op, dat de spanning op de basis ingesteld wordt door middel van een spanningsdeler, opgebouwd uit de weerstanden R 16 en R 17.

Als we nou aan de ingang van de schakeling van figuur 7-a een signaal leggen, dan zal dat signaal belast worden door het vloeien van drie stromen. In de eerste plaats vloeit er natuurlijk





een bepaalde stroom in de basis van de transistor, i 1. Deze stroom zal echter zeer klein zijn. Het signaal op de emitter is, net als bij een emittervolger gelijk aan het signaal op de basis. Ook hier zal er dus weinig spanningsverschil tussen basis en emitter zijn, met als gevolg dat ook de stroom i 1, die van basis naar emitter vloeit, zeer klein is.
Anders is het gesteld met de stromen i 2 en i 3. Dit zijn de stromen, die van de ingang een gedeelte van het signaal afvoeren naar massa en naar voeding. Men mag immers niet vergeten dat de voeding afgevlakt wordt door een grote elko. Zo'n onderdeel heeft voor de signaalspanning een verwaarloosbare impedantie (=wisselstroomweerstand). Voor de signaalspanning lijkt het dus net, of de weerstand R 17 parallel staat aan zijn broertje R 16.
De totale ingangsweerstand van de schakeling is gelijk aan de parallelschakeling van 220 kilo-ohm met 470 kilo-ohm, dus 150 kilo-ohm. Voorwaar geen ingangsweerstand, die je met goed fatsoen aan de mengerweerstanden kunt aanbieden! Naar figuur 4-b, dus. De weerstandsdeler, die de basis op het gewenste nivo instelt, is ongewijzigd gebleven. Alleen wordt de basis nu met het gemeenschappelijk punt van beide weerstanden verbonden door middel van een derde weerstand. Dat is niets biezonders. Het gekke is de terugkoppeling tussen emitter en basis door middel van de elko C 9. Een kondensator laat, dat is bekend, alleen wisselspanningen door. Verder weten we ondertussen al, dat de wisselspanning op de emitter even groot is als de wisselspanning op de basis. Die signaalspanning op de emitter wordt door de elko volledig teruggekoppeld naar het knooppunt van de drie weerstanden. Dat wil dus zeggen, dat onderaan en bovenaan de weerstand R 18 hetzelfde wisselspanningssignaal staat. Uit de wet van Ohm volgt dat, als er over een weerstand geen spanningsverschil te bespeuren valt, er ook geen stroom door die weerstand zal vloeien. Passen we deze wet toe op het schema van figuur 7-b, dan blijkt dus dat er geen signaalstroom door de weerstand R 18 vloeit. De ingang wordt dus alleen belast door de zeer kleine basisstroom i 1.
Het vloeien van een kleine stroom in een schakeling duidt er op, dat die schakeling een zeer hoge ingangsweerstand heeft. In dit geval is die dus gelijk aan meer dan 3,5 miljoen ohm. Op deze ingangsweerstand kan men zonder meer de mengerweerstanden aansluiten.
Uiteraard is het handig, als de 'Mini-miks' een lage uitgangsimpedantie heeft. Voor deze eigenschap zorgt de laatste transistor van de eindtrap, Uit figuur 6 volgt dat die transistor,



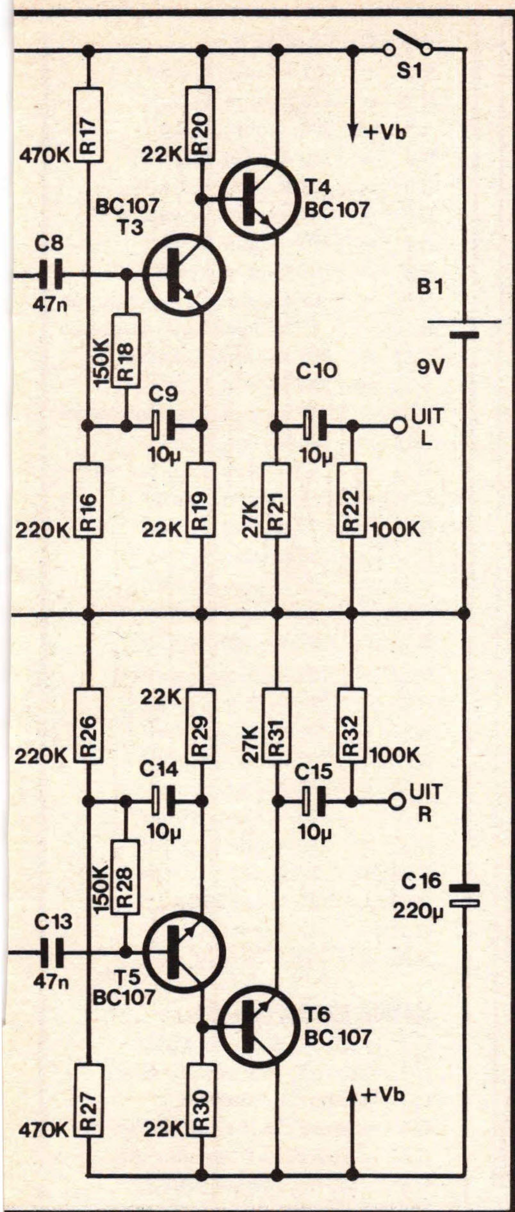
Figuur 8. Het volledige schema van de menger.

T 4, geschakeld is als emittervolger. Het signaal dat aanwezig is op de kollektor van zijn voorganger wordt dus netjes onveranderd aan de uitgang gepresenteerd, maar wel voorzien van een lage uitgangsimpedantie, 500 ohm in dit specifieke geval. Het netwerkje C 10 - R 22 houdt de gelijkspanning op de emitter van T 4, waar we niets mee kunnen aanvangen, binnen de kastwanden van de 'Mini-miks'.

HET VOLLEDIGE SCHEMA

Het volledige schema van de 'Mini-miks' is getekend in figuur 8.

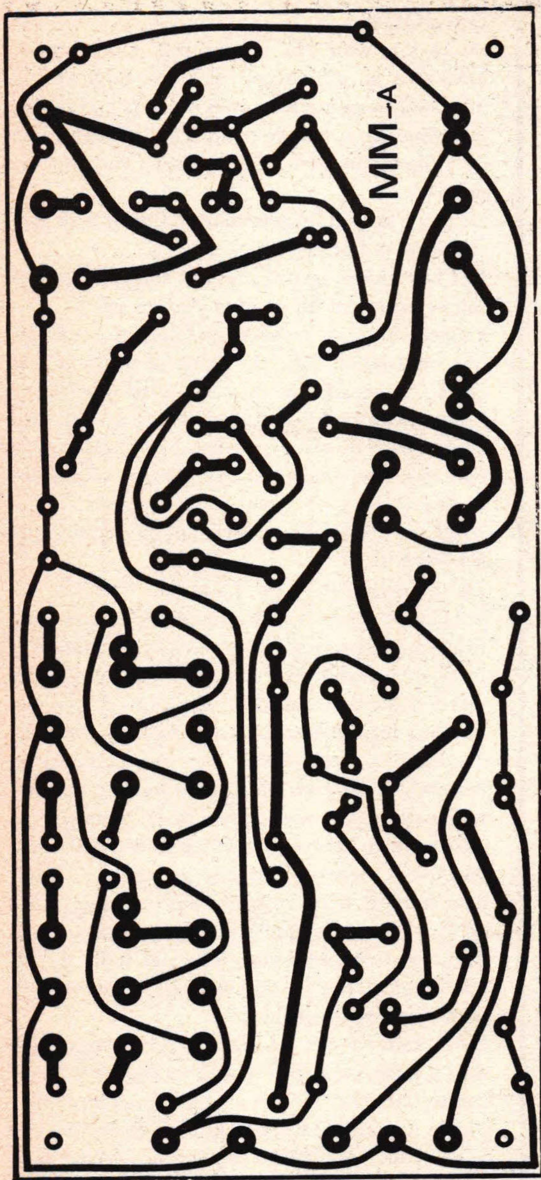
Dit is uiteraard volledig gelijk aan de afzon-



derlijk besproken delen, zij het dat uiteraard de eindversterker dubbel is uitgevoerd.
De voeding van de schakeling kan betrokken worden uit een 9 volt batterijtje. Het is wel zaak de hoge inwendige weerstand van dit batterijtje te ontkoppelen met een elko. Hiervoor wordt onderdeel C 16 ingehuurd.

DE BOUW

De print voor de schakeling, tipenummer MM-a, is zo ontworpen, dat alle onderdelen, inklusief de potmeters, er een plaats op vinden.
De afmetingen van de print zijn aangepast aan de inbouw in een TEKO-kastje van het tipe 334.
De print lay-out is getekend in figuur 9, de bestukking in figuur 10.
Het bestukken begint met het solderen van 13 soldeerlipjes in de gaatjes van de in- en uitgangen. Een tip: meestal vallen deze lipjes bij het omdraaien van de print prompt uit de gaten. Wij doen dit als volgt. Wij duwen alle lipjes in de print, leggen dan een stevig stuk karton over de print en draaien het hele zaakje om. Men kan dan zonder problemen alle lipjes vastsolderen.
Nadien worden alle onderdelen op de print gesoldeerd.
De montage van de potmeters besluit dit hoofdstuk uit de wordingsgeschiedenis van uw Mini-miks. De potmeters worden rechtstreeks in de print gesoldeerd. Aan de aansluitlipjes worden stevige draadjes gesoldeerd. Nadien worden de potmeters tegen de print gedrukt en de draadjes gesoldeerd. Nog een opmerking. Normaliter worden de huisjes van de potmeters met massa verbonden door ze tegen de kastwand te schroeven. Dit gebeurt hier niet. Wel moet deze verbinding gemaakt worden, daar anders brom opgepikt kan worden. Vandaar dat naast de potmeters nog een gaatje vrij is, dat met de massa verbonden is. In dat gaatje hoort een draadje, dat tegen het huis van de potmeter gesoldeerd wordt.
In dit kader is het ook belangrijk er op te wijzen, dat de gebruikte potmeters plastik assen moeten hebben. De as van een metalen potmeter is namelijk met het huis verbonden. Als nou die as kontakt zou maken met de metalen kast, dan kan een zogenaamde massalus ontstaan (de kast is dan op twee plaatsen met de massa van de print verbonden), wat allerlei nare effekten tot gevolg kan hebben.
De bestukte print kan eerst getest worden op de goede werking door met een universeelmeter alle spanningen van de spanningsplattegrond van figuur 11 na te meten. De schakeling wordt gevoed uit een 9 volt batterijtje. Alle spanningen zijn gemeten met een goedkope universeelmeter met een gevoeligheid van



WEERSTANDEN:

R 1	=	4,7 k-ohm, 1/4 watt
R 2	=	120 k-ohm, 1/4 watt
R 3	=	100 ohm, 1/4 watt
R 4	=	150 k-ohm, 1/4 watt
R 5	=	22 k-ohm, 1/4 watt
R 6	=	2,7 k-ohm, 1/4 watt
R 7	=	470 ohm, 1/4 watt
R 8	=	1,2 k-ohm, 1/4 watt
R 9	=	4,7 k-ohm, Log-pot, mono
R 10	=	47 k-ohm, Lin-pot, stereo
R 11	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 12	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 13	=	47 k-ohm, Log-pot, stereo
R 14	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 15	=	47 k-ohm, Log-pot, stereo
R 16	=	220 k-ohm, 1/4 watt
R 17	=	470 k-ohm, 1/4 watt
R 18	=	150 k-ohm, 1/4 watt
R 19	=	22 k-ohm, 1/4 watt
R 20	=	22 k-ohm, 1/4 watt
R 21	=	27 k-ohm, 1/4 watt
R 22	=	100 k-ohm, 1/4 watt
R 23	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 24	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 25	=	390 k-ohm, 1/4 watt
R 26	=	220 k-ohm, 1/4 watt
R 27	=	470 k-ohm, 1/4 watt
R 28	=	150 k-ohm, 1/4 watt
R 29	=	22 k-ohm, 1/4 watt
R 30	=	22 k-ohm, 1/4 watt
R 31	=	27 k-ohm, 1/4 watt
R 32	=	100 k-ohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:

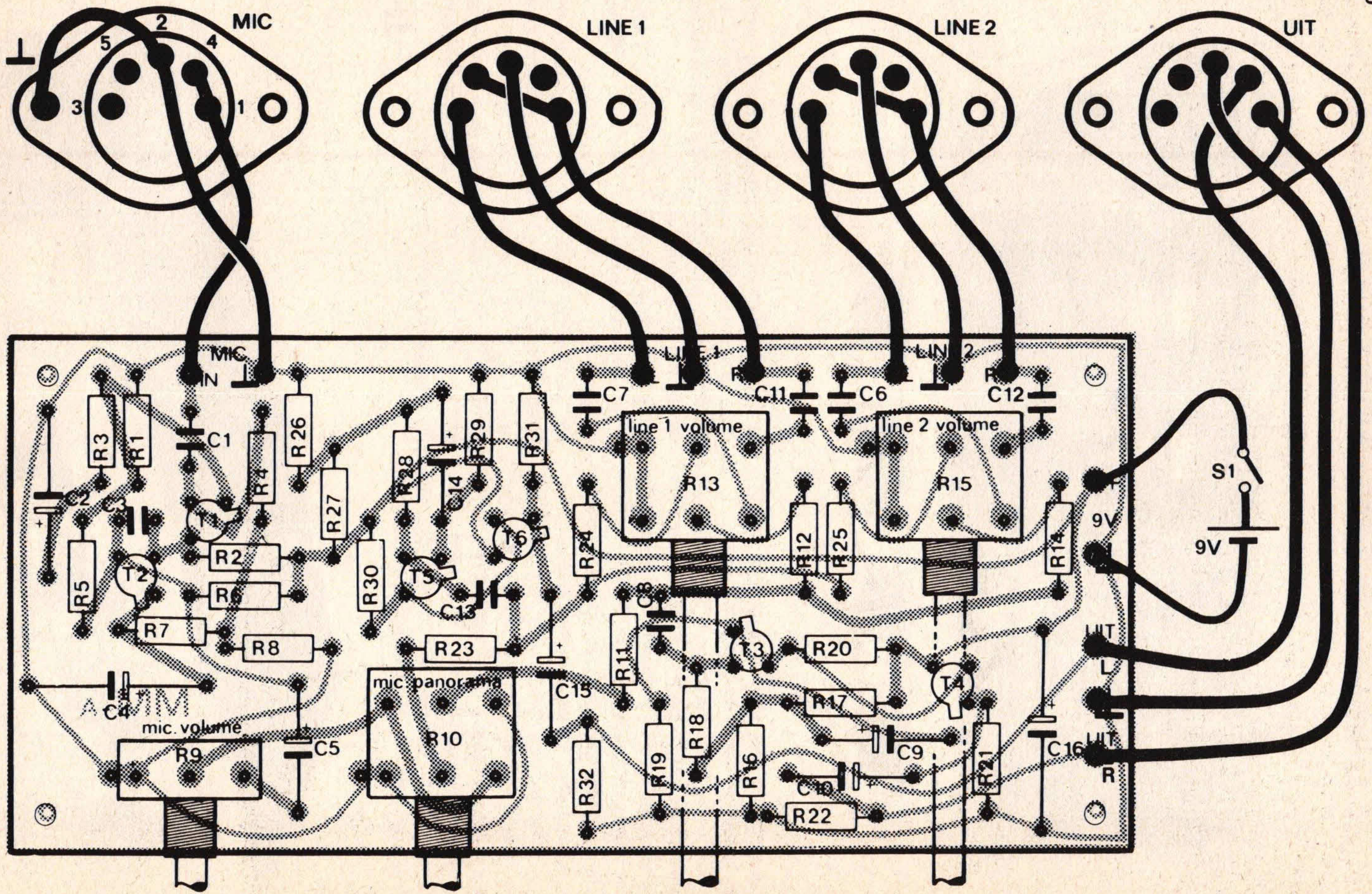
C 1	=	220 nF, Siemens MKM
C 2	=	100 uF, 16 V aksiale elko
C 3	=	100 pF, keramisch
C 4	=	220 uF, 16 V aksiale elko
C 5	=	10 uF, 16 V aksiale elko
C 6	=	330 nF, Siemens MKM
C 7	=	330 nF, Siemens MKM
C 8	=	47 nF, Siemens MKM
C 9	=	10 uF, 16 V aksiale elko
C 10	=	10 uF, 16 V aksiale elko
C 11	=	330 nF, Siemens MKM
C 12	=	330 nF, Siemens MKM
C 13	=	47 nF, Siemens MKM
C 14	=	10 uF, 16 V aksiale elko
C 15	=	10 uF, 16 V aksiale elko
C 16	=	220 uF, 16 V aksiale elko

HALFGELEIDERS:

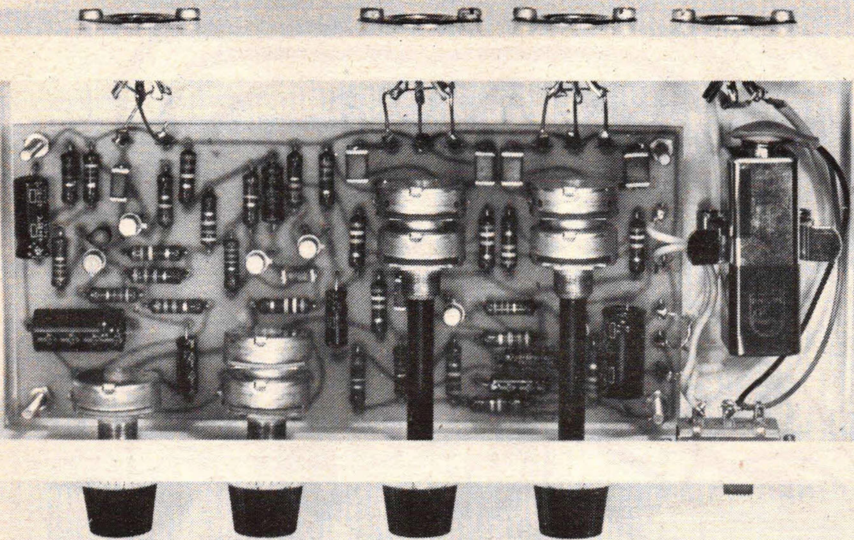
T 1	=	BC 109
T 2	=	BC 109
T 3	=	BC 107
T 4	=	BC 107
T 5	=	BC 107
T 6	=	BC 107

DIVERSEN:

Teko kast model 334
4 DIN chassisdelen, vijfpolig
9 volt batterij
miniatuur tuimelschakelaar



10
MIC
LINE 1
LINE 2
UIT
S1
9V
MIC IN
LINE 1
LINE 2
line 1 volume
line 2 volume
mic. volume
mic. panorama
R13
R15
R9
R10

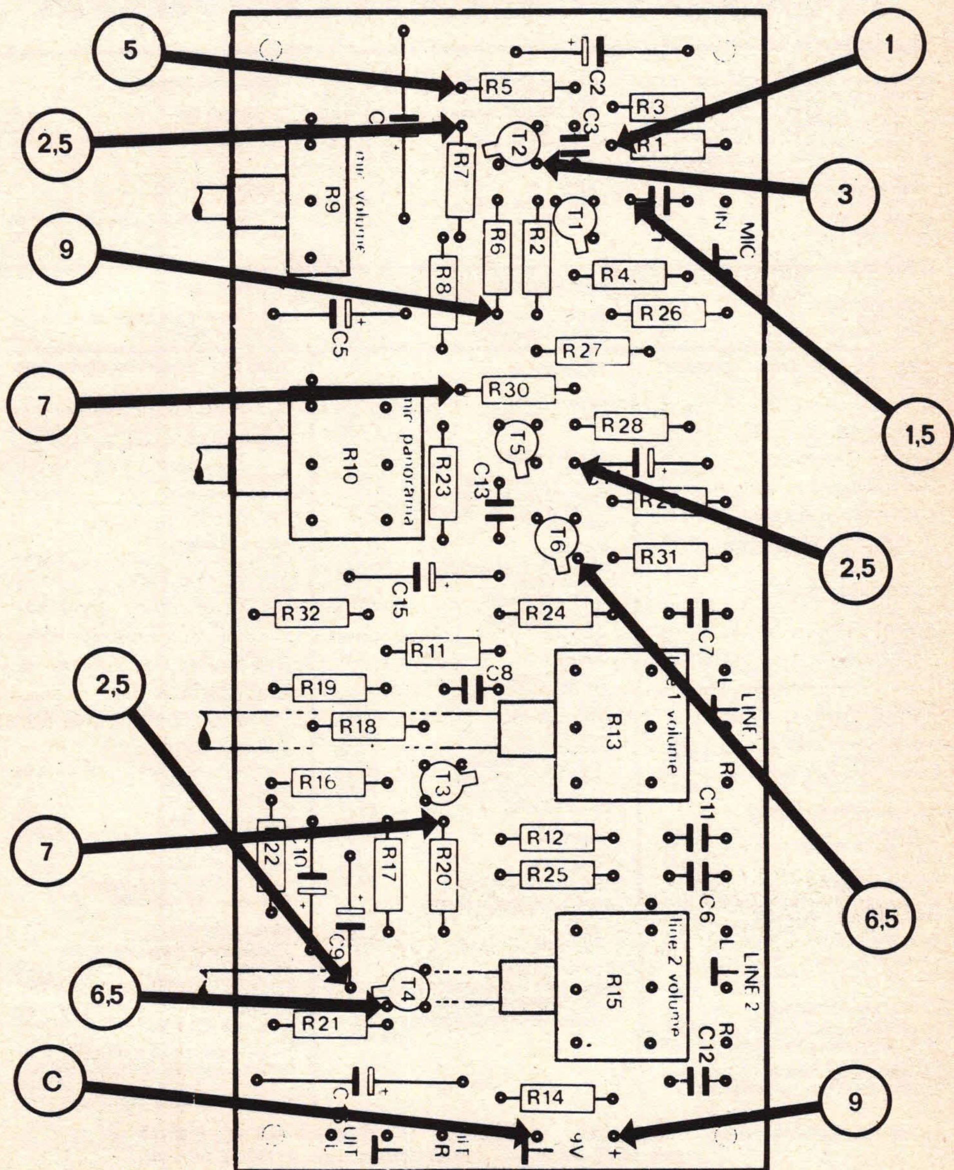


20 kilo-ohm per volt. De instelling van de potmeters maakt voor deze meting niets uit.
Nadien kan de print ingebouwd worden. In de bodem van de kast komen vijf gaten: vier voor de bevestiging van de print en eentje voor de bevestiging van het batterijtje. Dit batterijtje kan door middel van een zogenaamde gereedschapsklem in het kastje geklemd worden.
Op het front komen eveneens vijf gaten: vier voor de assen van de potmeters en een gat voor de aan-uit schakelaar. Hiervoor kan men een miniatuur tuimelschakelaar gebruiken. Het bevestigingspunt van de volumepotmeters van de line-ingangen zit ver van het frontplaatje. Om te voorkomen dat de potmeters bij bediening gaan wiebelen moeten de gaten in het front zo groot zijn, dat de assen van de potmeters er net doorheen gaan.
In de achterzijde van de kast komen vier gaten voor DIN chassisdelen. Dit zijn vijfpolige pluggen.
De bedrading tussen print en chassisdelen volgt eveneens uit de bestukkingstekening van figuur 10. Daar de afstand tussen mechanika en elektronika erg klein is, kan deze bedrading met zo kort mogelijke, onafgeschermde draadjes uitgevoerd worden.





TOTALE BOUWPRIJS: FL 46



RADIO DISCO STAR ELECTRONICS

Haydnstraat 22 a+b Amersfoort Telefoon 033-29500

HOBBY ELECTRONICA

TRANSISTOREN

BC 107B	f 0.55	2N1613	f 1.00
BC 108 A–B	f 0.55	2N2219	f 1.95
BC 177	f 0.75	2N2904	f 1.95
BC 167	f 0.85	2N2905	f 1.95
BF 194	f 0.85	2N3053	f 1.95
BF 314	f 0.85	2N3055	f 3.50

Siemens AD161/162, per paar	f 4.50
AC 127/128	f 2.50
FET 2N3819A, per stuk	f 2.95
per 10 stuks	f 18.50
MJE 3055, per stuk	f 3.50

TUPS, gestempeld-getest

2N5061 per stuk	f 0.75
per 10 stuks	f 6.00
per 100 stuks	f 45.00

TUNS, gestempeld-getest

BFY 39 per stuk	f 0.45
BFY 39 per 10	f 3.50
BFY 39 per 100	f 30.00

TUNS

BSW 32, p.st.	f 0.50
25 stuks	f 10.00

LEDS

ROOD-GEEL-GROEN-ORANJE	f 1.00
per 10 stuks	f 9.00

DIODES

1N914/1N4148, per stuk	f 0.35
per 10 stuks	f 2.50
BY 127 1000V-1A, per stuk	f 1.00

POWER-DIODEN

600V-25A, per stuk	f 4.50
400V-15A, per stuk	f 3.50

ZENERDIODEN

3,9 - 4,7 - 5,6 - 6,8 - 8,2 - 9,1 - 12 - 18 - 27 - 33
56 Volt, 1 Watt per stuk f 1.00

ORIGINEEL AMPHENOL COAXCONNECTORS

Plug PL 259	f 2.75
Reduceerstukje	f 0.95
Chassisdeel SO 239	f 2.75
Koppelstuk PL 258	f 5.95
BNC plug	f 3.95
BNC chassisdeel	f 3.95
COAX KABEL RG 58/U, p.m.	f 1.25

Wij hebben een grote sortering materiaal voor de HF- en VHF/UHF amateur.

TELEFOONMATERIAAL

PTT steker	f 5.00
Wandkontaktdoos	f 7.50
Kostenteller enkel	f 15.00
Kostenteller dubbel	f 17.50
4-aderig telefoonkabel p.m.	f 1.00

SIEMENS RELAIS

Kammrelais 12 V-4x om met printvoet en beugel	f 5.95
Kristal microfoon	f 3.50
Philips dynamische microfoon	f 17.50
Alarm-sirene 12V DC	f 37.50

ZELF UW PRINTEN MAKEN

Printplaat 24x34	f 4.50
Printtekenstift EDDING	f 2.75
Etsmiddel	f 2.75

PANEELMETERS

Trio-Kenwood meter 100 microamp.	f 5.00
Pekly prof. meter, div. schalen	f 12.50

ZILVERDRAAD

uit voorraad leverbaar
0,2 - 0,6 - 1 - 1,5 - 2 mm

KASTJE of KAST NODIG?

Wij hebben ze in voorraad van 2,5 x 3,5 x 7 cm tot en met bijvoorbeeld 1,5 x 2,5 x 2,25 meter.
Ook systeemkasten op wielen en kasten met ingebouwde koeling en/of verwarming.

BLOWERS

Fabrikant Rotron
type „euro-muffin" 220V-50Hz-11W f 35.00

WEERSTANDEN

½ W-5%, per 100 stuks f 4.50
in de volgende waarden,
680 ohm - 33 kohm - 47 kohm - 100 kohm of 560 kohm.

ELKO'S

Bekermodel 1000 MFD/35V	f 2.50
4700 MFD/40V	f 3.50
40.000 MFD 30/40V	f 10.00

TANTAAL ELKO'S

Per stuk	f 0.75
10 stuks	f 6.50

CONNECTORS

Luidspreker plug	f 0.45
Kontra L.S. plug	f 0.55
Luidspreker chassisdeel	f 0.55
Din.plug 5 pol.-plastic	f 1.45
Din.plug 5 pol-metaal	f 1.75
Contra Din. 5 pol.-metaal	f 1.85
Din. 5 pol. chassisdeel	f 0.55
Stereo Klinkplug	f 1.75
Contra plug	f 1.85
Chassisdeel	f 1.50
Tulpplug	f 0.65
Banaansteker	f 0.25
Krokodilklem geïsoleerd	f 0.35

REED-(GLAS)-KONTAKTEN

Per stuk	f 1.95
Per 10 stuks	f 17.50

EXTRA SPECIAAL
INBRAAK ALARM type RADAR
goed en goedkoop, kompleet f 5.95
4-voudige HEWLETT en PACKARD displays f 12.50

MAAK ZELF UW INBRAAK-BEVEILIGING

Wij hebben o.a. in voorraad

Sirenes Funke & Huster 12V-0,86A	f 37.50
Motorsirenes 220V-50Hz-0,5A	f 155.–
Deur-Kontakten maak/breek per paar	f 10.00
Glasstript-Kontakt Dubbel, p.st.	f 3.50
Sleutel-schakelaars	f 12.50
Deur-schakelaars	f 1.50

EXTRA SPECIAAL

Babani transistor equivalenten deel 1 en 2 + IC-equivalenten, samen	f 20.00
Koelplaten voor To 3 (2N3055)	f 2.00
voor To 66 (AD161/162)	f 2.00
Transformators Prim. 220V. Sec:	
5 - 8 - 12V - 1A	f 10.00
50 - 55V - 2,5A	f 29.50
2X16V – 350MA	f 7.50
Talens telex-papierrollen enkel – per rol	f 5.50
3-voudig Neocarbo, per rol	f 9.50

ALUMINIUMPLATEN

diverse afmetingen vanaf	f 2.50
Electra tussenmeters	
enkel telwerk 5A-10A	f 15.00
dubbel telwerk 30A	f 35.00
10A-30A	f 25.00

COMPUTER-MATERIAAL

Prints - Voedingen - Terminals - Tape-units - Geheugens etc.

EXTRA SPECIAAL

TL buis 40 Watt 120 cm, wit-daglicht per stuk	f 3.00
per doos van 25 stuks	f 62.50
TL buis 20 Watt 60 cm, wit-daglicht per stuk	f 2.50
per doos van 25 stuks	f 50.00
Stereo voorversterker, bouwpakket	f 12.50
6 Watt versterker 12-24V-dc, kompleet	f 19.50
Electronenflitser 220 V, bouwpakket	f 27.50

LET OP ONZE OPENINGSTIJDEN: **MAANDAG, WOENSDAG en VRIJDAG van 11.00-12.30 en van 14.00-18.00 uur. ZATERDAG van 11.00-18.00 uur.**

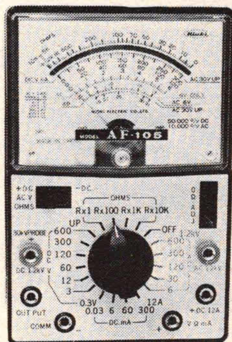
'STANDARD' SR-C812
2 meter zend-ontvanger 3 watt RF 4 kanalen bezet voor D-machtiging.
Gevoeligheid: beter dan 0,4 μV.
Voeding: 12 V. extern of pen-light batterijen (10 stuks). Externe antenne-aansluiting.
Afmetingen: 89(h) x 162(b) x 60(d) m.m.
Gewicht 1 Kg.
Prijs incl. 4 kanalen bezet ***f* 699,—**



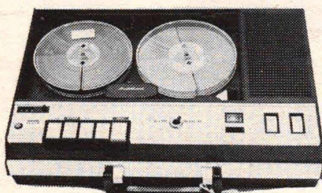


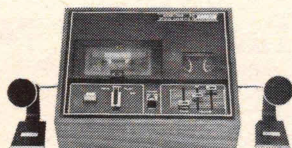
'STANDARD' SR-C 146,
2 meter portofoon, 2 watt RF.
5 kanalen.
1750 Hz. toonoproep voor het openen van een repeater-station.
S + RF-meter.
Gevoeligheid: beter dan 0,4 μV.
Externe microfoon en antenne-aansluiting. 2 Kanalen bezet;
prijs ***f* 725,—**

HIOKO AF 105
De universeelmeter bekend door zijn goede kwaliteit.
50.000 ohm/Vdc.
10.000 ohm/Vac weerstandmeting:
4 standen tot 10 Megaohm.
Spanningsmeting:
DC.AC. van 3 tot 600 V., met probe tot 30 kV.
Stroommeting:
DC. van 0,03 A. tot 12 A.
Polariteit omschakelbaar.
Introductieprijs ***f* 79,—**



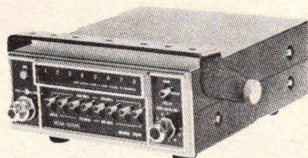
'CROWN' TAPERECORDER CTR-6550s
2 snelheden: 9,5 cm/s, 4,75 cm/s - 220 - 9 volt voeding
Output-power 1,5 watt
Introductieprijs ***f* 199,—**





'OCEAN' stereo Cassette-recorder
2 Maal 5 watt met schuifregelaars
Compleet incl. 2 microfoons, diverse aansluitkabels
Introductieprijs ***f* 199,—**

Nieuw!!!
Auto scanner 7500
220 / 12 volt
8 Kanalen 78-88 MHz. +12
8 Kanalen 144-174 MHz.
Externe ant.- en ls-aansluiting.
Gevoeligheid beter dan 0,5 μV.
Kristalgestuurde dubbelsuperontvanger.
Introductieprijs incl. 1 kanaal
***f* 541,—**



Hy gain antennes voor 2 meter leverbaar in diverse prijzen.
Kristallen Hc25u iedere frequentie leverbaar voor scanners en 2 meter apparatuur ***f* 26,50**

OP AL ONZE APPARATUUR IS EEN ½ JAAR GARANTIE

RAMACO B.V.
The right way in telecommunication

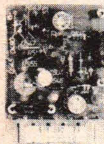
Blekersdijk 62-64 Dordrecht 3400
Tel. 078 - 45.266 Postgiro 33.64.238

STILLE VEERKADE 11-13
TELEFOON 070-469200
DEN HAAG
POSTBUS 1415 - GIRO 201309
TELEX 32358
's Maandags gesloten

RADIO-SERVICE

Stille Veerkade 11-13

Bereikbaar met de buslijnen 19 - 5 - 25 - 18. En ± 10 min. lopen van Holl. en Staatsspoor.



Deze 'Twenthe' sloop-print is eenvoudig om te bouwen tot een 1 kanaals lichtorgel. Natuurlijk met schema, weggeefprijs

f 1,95

10 stuks f 15,00

Inductie Motor



110 - 220 V 50 Hz. 160 Watt 2800 toeren

f 19,50

Idem

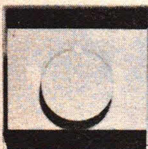
110 V 60 Hz met aansluitgegevens

f 4,75

Driekanaals lichtorgel

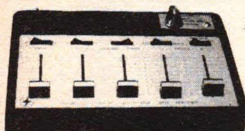


Maximale belasting 3 x 1000 watt
3 x 300 watt kontinu
Uw eigen lichtshow voor f 69,50



Deze lichtregelaar laat zich op zeer eenvoudige wijze in elke bestaande inbouwdoos monteren.
Techn. gegevens: vermogen te belasten met gloeilampen van 60-400 watt.

29,95



MPX 2000

Met hoofdtelefoon, keuze-schakelaar, Din-aansluitingen, 2 x micro- hoog-laag. Tuner + Tapes 2 x P.U. voor M.D. keus f 225,-

MPX 1000

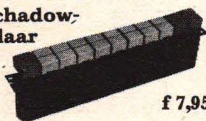
Idem zonder afluisterversterker f 175,-

Philips Motor

110 V 50 Hz 2 W. 8 omw./m
eenvoudig geschikt te maken voor 220 V door middel van een weerstand van 3K3 5 W. Bovenstaande prijzen zijn incl. weerstand.

f 5,95

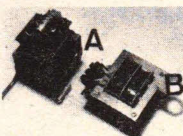
Prof. Schadow-schakelaar



f 7,95

22 toets,
waarvan: 8 toets 2 x wissel + 4 x maak, en 18 toets 6 x maak.

A. TRAFO + GELIJKRICHT-SCHAKELING



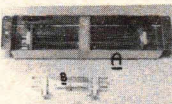
Prim. 2x 110 volt, sec. 2x ± 15 volt, 300 mA D.C. + 1x 6V. 400 mA. A.C. kern EI 65

f 8,95

B. TRAFO:
Prim. 220 volt, sec. 60 volt - 0,5 Amp.

f 4,95

Nagalm-veren



A. f 13,--
B. f 8,50

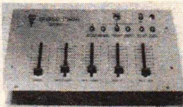
Seinsleutel



f 5,95

Inbouw mengpaneel

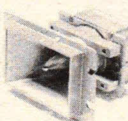
van T.T.I. met voorafluistering



f 295,-

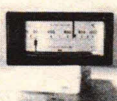
Tweeter

2000-18.000 Hz - 20 watt
8 ohm



f 16,50

Norfa meter



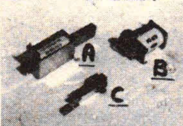
f 25,-

Ultrasonic microfoon



f 2,95

Voor de model-bouwers



gelijkspanning:

A. **Zuigmagneet** 6 volt ± 50 mA =	à 1,95
B. **Hefmagneet** A 24 volt ± 50 mA = B 12 volt ± 25 mA C 15 volt ± 10 mA	à 1,95
C. **Veerkontakten** A 1 x maak	à 0,25
B 1 x m + 1 x breek	à 0,50
C 1 x wissel	à 0,50

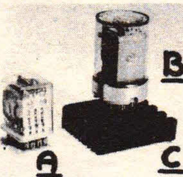
'TWENTHE' 'SPECIAAL'

Trafo

Prim. 110-220 volt.
Sec.
30 . 0 . 30 volt - 1,5 Amp.
10 . 0 . 10 volt - 1,5 Amp.

f 22,50

Professionele 'AMEC' Relais



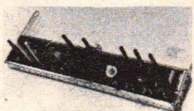
A 309024 4 x wissel 24 volt A.C.	f 5,50
A 309220 4 x wissel 220 volt A.C.	f 5,50
A 300024 4 x wissel 24 volt D.C.	f 5,50
A 500012 2 x wissel 12 volt D.C. print	f 5,50
A 300012 4 x wissel 48 volt D.C. oktalvoet	f 7,50
A 300012 4 x wissel 12 volt D.C. print	f 5,50
B 280048 2 x wissel 48 volt D.C. oktalvoet	f 7,50
A 319024 6 x wissel 24 volt A.C.	f 5,50
C oktalvoet voor B	f 2,50

Thermostaat 50-120° Cels.



f 6,95

Convergentie-unit



± 10 potm. Div. spoelen, 6 torren div. diodes - condens weerstanden

f 3,95

Cijferbuizen



O. Siemens 2M 1130 of 1132 à f 9,50
P. Valvo (Philips) ZM 1000 f 16,50

'MONACOR'

Stereo versterker



2 x 15 watt
Bodemprijs f 69,50
Trafo hiervoor f 22,50

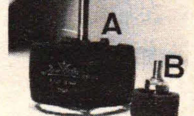
'ELECTRET'

condensator microfoon



600 ohm 39,50

Keramische Potmeters



A. Rosenthale 20-25-30K.Ohm - 100 watt f 19,50
B. 6 K.Ohm - 10 watt f 6,95
C. Philips 20 Ohm - 750 watt f 37,50

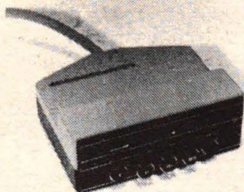
's MAANDAGS GESLOTEN

„TWENTHE" B.V.

STILLE VEERKADE 11-13
TELEFOON 070-469200
DEN HAAG
POSTBUS 1415 - GIRO 201309
TELEX 32358
's Maandags gesloten

Stille Veerkade 11-13

Bereikbaar met de buslijnen 19 - 5 - 25 - 18. En ± 10 min. lopen van Holl. en Staatsspoor.



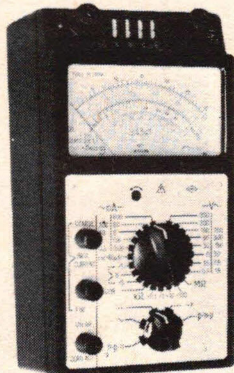
NIEUW! NIEUW!

Afstandbediening voor Nordmende KTV Incl. Schema en aansluitgegevens.

Afstandbediening met 5 toets schakelaar potmeters. 7 meter 21 aderig kabel - meervoudige plug en contra plug, tevens print met C's, R3 en een Fet.

1 x f 8,95/10 x f 79,50/100 x f 695,-

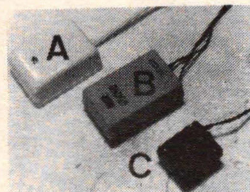
Unimeter



voor de service monteur.

In prachtige zware plaatstalen koffer met transistor-tester. **f 99,-**

Netvoedingen



A. ± 24 volt.wissel - 0.15 Amp. **f 4,95**

B. 7,5 volt gelijkspanning 350 mA **f 19,50**

C. 6 volt 300 mA gelijk **f 12,50**

'Twenthe' L.S. box

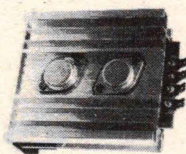


± 5 watt 5 ohm **22,50**

2 stuks **39,50**

'TWENTHE' EXCLUSIEF

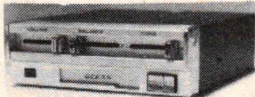
Transistor ontsteking



kompleet gemonteerd met uitvoerige Ned. gebruiksaanwijzing. **f 69,50**

'OCEAN' stereo

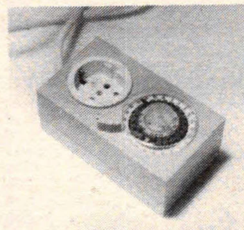
Auto-recorder



f 99,-

'SUEVIA'

Schakelklok



type 200-220 volt 16 Amp. **f 75,-**

idem **inbouw** 10 Amp. **f 59,50**

Trafo

prim.: 0-110-127-220-240 V.
Sec. 9-0-9 volt ± 600 mA **6,95**

'Twenthe'-laagspanningstrafo's. Prim. 220 Volt.

Type	Sec-Spanning	Stroom	Prijs
6-24-1	6-8-10-12-14-16-18-24	1 Amp.	f 14,80
6-24-2	6-8-10-12-14-16-18-24	2 Amp.	f 18,50
6-24-4	6-8-10-12-14-16-18-24	4 Amp.	f 24,60
6-24-6	6-8-10-12-14-16-18-24	6 Amp.	f 33,10
6-24-10	6-8-10-12-14-16-18-24	10 Amp.	f 41,80
5-25-1	5-7-9-11-13-15-17-19-21-23-25	1 Amp.	f 17,35
5-25-2	5-7-9-11-13-15-17-19-21-23-25	2 Amp.	f 22,25
5-25-4	5-7-9-11-13-15-17-19-21-23-25	4 Amp.	f 29,25
5-25-6	5-7-9-11-13-15-17-19-21-23-25	6 Amp.	f 35,70
5-25-10	5-7-9-11-13-15-17-19-21-23-25	10 Amp.	f 46,15
6-30-0,75	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	0,75 Amp.	f 14,75
6-30-1,5	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	1,5 Amp.	f 19,25
6-30-3	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	3 Amp.	f 26,25
6-30-5	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	5 Amp.	f 34,75
6-30-8	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	8 Amp.	f 45,50
6-60-0,38	0-6-8-10-12-14-16-18-24-30	0,38 Amp.	f 14,75
6-60-0,75	0-6-12-18-24-30-36-42-60	0,75 Amp.	f 19,25
6-60-1,5	0-6-12-18-24-30-36-42-60	1,5 Amp.	f 26,25
6-60-2,5	0-6-12-18-24-30-36-42-60	2,5 Amp.	f 35,–
6-60-4	0-6-12-18-24-30-36-42-60	4 Amp.	f 45,50
6-66-6-6	6-6-6-6	6 Amp.	f 27,75
6-18-5	6-8-10-12-14-16-18	5 Amp.	f 23,80
24-24-2	0-15-20-24-0-15-20-24	2 Amp.	f 24,40
4x24-1,5	24-24-24-24	1,5 Amp.	f 34,80
2x12-2x15	0-12-0-12-0-15-0-15	3 Amp.	f 34,80
2x12-30VA	0-12-0-12	30 VA	f 9,50
2x30-35-40	0-30-35-40-0-30-35-40	3 Amp.	f 45,25
30-35-40-2	0-30-35-40	2 Amp.	f 23,50

Laagspanningstrafo's

Type	Prim.	Sec. Spanning	Stroom	Prijs
NTR 100 *	220	0-6=0-6-18	4 VA	f 9,50
NTR 105 *	220	0-6=0-18-36	4 VA	f 9,50
110 *	220	24-0-24	100 mA	f 9,15
115 *	220	12	1,2 vA	f 8,50
201	220	12-0-12	1	f 11,50
202	220	12-12	1,7 A	f 15,50
203	220	0-6-12-18-24-30	3 A	f 22,10
204	110+110	24-0-24	3 A	f 34,80
204 A	110+110	33-0-33	2,5 A	f 35,80
205	110+110	0-6-12-18-24-30-36	2 A	f 24,85
206 *	220	6	500 mA	f 5,25
207 *	220	12	300 mA	f 5,90
208 *	220	0-6=0-6	300 mA	f 6,50
209 *	220	0-12=0-12	150 mA	f 7,25
211	110+110	14-0-14	2,6 A	f 23,10
220 *	220	0-6=0-6	1 Amp.	f 9,50
221	220	12-0-12	400 mA	f 9,25
258 *	220	7,5-9-15	250 mA	f 8,25
300	220	1x170 2x4,5	20 mA 800 mA	f 9,90
301 *	220	1x170 2x4,5	20 mA 800 mA	f 10,60
302 *	110+110	1x170 5,5-0-5,5	20 mA 800 mA	f 10,60
303	220	1x170 5,5-0-5,5	20 mA 800 mA	f 8,60
304 *	220	1x170 0-6+0-6	20 mA 800 mA	f 10,60
305 *	220	1x170 2x6 2x15	20 mA- 500 mA- 10 mA	f 10,60
306	220	1x170 2x5,5	100 mA 200 mA	f 23,25
STR I	220	24	500 mA	f 14,15

* = Printuitvoering

'Twenthe' Foto-Print

Hardpapier negatief ± 265 x 290 mm		**f 13,50**
Hardpapier positief ± 265 x 290 mm		**f 13,50**
Epoxy positief ± 230 x 305	....	**f 23,50**

AL ONZE PRIJZEN ZIJN INCLUSIEF BTW

VERZENDRISICO VOOR REKENING VAN DE CLIËNT

de boer elektronika

de Merodelei 105, Turnhout BELGIE
Kleine Berg 41, Eindhoven NEDERLAND

KLEINE BERG 41,
EINDHOVEN
TEL. NR. 040-22507

Bestellen:

VOOR NEDERLAND:
Onder rembours, of bij vooruitbetaling met f 4,10 verzendkosten op postgironr. 2155669 of ABN, Wal Eindhoven banknr. 52.72.38.104.

VOOR BELGIE:
Onder rembours, of bij vooruitbetaling met BFRS 60,— verzendkosten op PCR 000-0335604-81 of Bank van Brussel te Turnhout no. 320.0626202.40.
De Merodelei 105, Turnhout, tel. 014-418080.

DIODEN:

	Hfl	BFRS
1N4148	0,25	4
AA 119	0,40	6,50
BA 100	0,80	12
BA 102	0,85	13
BAX 13	0,35	5,50
BAX 16	0,40	6,50
BB 104B	3,70	57
BB 105G	2,35	36
BB 109G	2,90	45
BY 206	1,35	21
OA 95	0,50	8

GELIJKRICHT-DIODEN & BRUGGEN:

1N4002	0,35	5,50
1N4004	0,40	6
1N4007	0,45	7
1N5402	1,70	26
1N5408	2,55	39
BY 127	1,10	17
BYX 10	0,75	12
B40C600	2,10	29
B280C600	4,20	65
B40C1600	2,20	34
B280C1600	4,20	65
B40C2200	5,95	92
B80C5000	6,95	107
BY 164	3,65	56
BY 179	4,75	73

ZENERDIODEN:

400 mW		
1,4 t/m 2,8 V	1,70	26
3,3 t/m 33 V	0,95	15
1 Watt		
3,3 t/m 100 V	1,20	18

TRANSISTOREN 2N:

2N708	1,65	25
2N1613	1,35	21
2N1711	1,35	21
2N1893	2,15	33
2N2102	2,35	36
2N2218A	1,45	22
2N2219A	1,45	22
2N2222A	1,65	25
2N2646	3,95	61
2N2904A	1,45	22
2N2905A	1,45	22
2N2907A	1,65	25
2N3053	1,45	22
2N3054	3,70	57
2N3055	5,95	92
2N3553	7,80	120
2N3703	1,20	18
2N3705	1,20	18
2N3819	2,70	42
2N3820	2,90	45

TRANSISTOREN AC . . . etc.

AC 125	1,60	25
AC 126	1,75	27
AC 127	1,75	27
AC 128	2,05	32
AC 127/128	3,55	55
AC 187-01	2,30	35
AC 188-01	2,45	38
AD 149	5,05	78
AD 161	2,90	45
AD 162	3,50	54
AD 161/162	7,55	116
AF 106	2,70	42
AF 126	2,40	37
AF 239	3,10	48
ASZ 15	10,05	155
AU 110	13,65	210
AU 113	12,70	195
BC 107	0,95	15
BC 108	0,95	15
BC 109	0,95	15
BC 109C	1,45	22
BC 140	2,25	35
BC 140/160	5,40	83
BC 141	2,55	39
BC 141/161	5,95	92
BC 147	1,05	16
BC 148	0,95	15
BC 149	1,05	16
BC 149C	1,10	17
BC 157	1,20	18
BC 158	1,20	18
BC 159	1,30	20
BC 160	2,65	41
BC 161	2,90	45
BC 177	1,10	17
BC 178	1,10	17
BC 179	1,10	17
BC 179C	1,40	22
BC 184	1,10	17
BC 516	2,20	34
BC 517	1,90	29
BC 547	0,85	13
BC 548	0,85	13
BC 549	0,85	13
BC 549C	0,95	15
BC 557	1,05	16
BC 558	1,05	16
BC 559	1,10	17
BD 115	4,05	62
BD 135	2,25	35
BD 136	2,45	38
BD 135/136	4,90	75
BD 137	2,35	36
BD 138	2,55	39
BD 137/138	5,60	86
BD 139	2,65	41
BD 140	2,75	42
BD 139/140	6,65	102
BD 183	8,60	132
BD 241	4,45	69
BD 242	4,45	69
BD 241/242	8,95	138
BF 115	2,45	38
BF 167	2,05	32
BF 173	2,05	32
BF 194	1,55	24
BF 195	1,55	24
BF 196	1,55	24
BF 197	1,80	28
BF 199	1,30	20
BF 240	1,80	28
BF 245B	3,50	54
BF 245C	3,75	58
BF 256B	3,70	57
BF 256C	4,05	62
BF 338	3,50	54
BF 494	1,50	23
BF 495	1,50	23
BFY 90	8,70	134
BU 111	12,80	197
BU 126	14,45	222
MJ 340	6,75	109
MU 10	2,35	36
TIS 43	2,70	42
TIP 29A	3,40	52
TIP 30A	3,85	59
TIP 31A	3,95	61
TIP 32A	4,15	64
TIP 33A	5,40	83
TIP 34A	6,05	93
TIP 41A	5,05	78
TIP 42A	5,35	82
TIP 3055	6,75	104
TIP 5530	6,75	104
TIP 3055/5530	13,50	208
E 300	2,35	36
U 1994	2,35	36

LINEAIRE IC's:

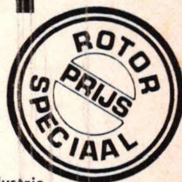
703 TO	5,40	84
709 TO	2,70	42
709 Dil	2,65	41
710 Dil	4,05	62
711 Dil	5,15	79
711 TO	5,80	89
723 TO	3,95	61
723 Dil	3,95	61
739 Dil	6,75	104
741 TO	3,05	47
741 Dil	2,30	35
741 Mini	1,95	30
747 Dil	7,15	110
7805 KC	12,35	190
7812 KC	12,35	190
7815 KC	12,35	190
7818 KC	12,35	190
7824 KC	12,35	190
L 129	6,30	97
LM 309K	13,80	212
LM 3900	7,65	118
LM 3909	5,10	79
MC 1307	7,80	120
MC 1310	17,15	263
SAS 560	10,40	160
SAS 570	10,40	160
SN 72810P	5,10	78
SO 41P	8,10	125
SO 42P	10,05	155
TAA 263	5,95	92
TAA 293	7,35	113
TAA 300	7,95	122
TAA 320	4,40	68
TAA 550	2,90	45
TAA 611	7,35	113
TAA 861	5,60	86
TAA 861A	5,60	86
TAA 865	6.95	107
TAA 775G	3,50	54
TBA 120	4,65	72
TBA 120S	6,50	100
TBA 625 A,B,C	7,45	115
TBA 800	9,45	145
NE 555	3,80	58

KLOK IC's:

MM 5314	28,90	445
S 1998	38,60	594

STERKE PRIJS DALING

RADIO ROTOR



AMSTERDAM KINKERSTRAAT 55
DEN DOLDER MARTERLAAN 10
EMMEN KAPITEIN NEMOSTRAAT 7 industrie-terrein

MEETAPPARATUUR

FC-3 DIGITALE FREQUENTIE-METER 15-250 MHZ
BESTELNR.:01 227 VAN F1398,- VOOR F998,-

SE-360 SIGNAAL VERVOLGER + INJECTOR
BESTELNR.:01.060 VAN F158,- VOOR F148,-

C-1092 UNIVERSEEL-METER 30.000 OHM/VOLT
BESTELNR.:01.034 VAN F 79,- VOOR F 68,-

C-1092 UNIVERSEELMETER 5000 OHM/VOLT
BESTELNR.:01.028 VAN F 35,- VOOR F 32,50

M-650 UNIVERSEEL-METER 50.000 OHM/VOLT
BESTELNR.:01 036 VAN F 85,- VOOR F 78,-

TP-1 THERMO-MEETKOP -50°C + 250°C
BESTELNR.:01.056 VAN F 39,50 VOOR F 32,-

TVM-2000 FET-UNIVERSEELMETER R_I = 12 MOHM
BESTELNR.:01.047 VAN F 258,- VOOR F 228,-

ZEND/ONTVANGAPPARATUUR

TS-288 SOMMERKAMP TRANSCEIVER SSB-CW-AM 10-160M
BESTELNR.:02.019 VAN F2978,- VOOR F2750,-

FL-DX-500 SOMMERKAMP ZENDER: DE LAATSTE'! 10-80M
BESTELNR.:02.026 VAN F1698,- VOOR F1275,-

FR-50B SOMMERKAMP 10-11-15-20-40 & 80M ONTVANGER
BESTELNR.:02 022 VOOR F 895,-

TS-145XT SOMMERKAMP 2-METER FM ZEND/ONTVANGER
BESTELNR.:02.027 VAN F 869,- VOOR F 748,-

SCANNERS

SENTINEL POLITIE-ONTVANGER/SCANNER 70-90/146-174
BESTELNR.:02.184 VOOR F 694,-

HANDIC 007 ALS SENTINEL, MET INGEB.FM-ONTVANGER
BESTELNR.:02.183 VOOR F 747,-

ZEER BINNENKORT LEVERBAAR 10 KAN.POCKET SCANNERS
10 KANALEN 70-90 MHZ TYPE 50FB1000 VOOR F 348,-

ALARMERINGS-APPARATUUR.

EM-18 ULTRA-SONORE ALARM VOOR VRACHTWAGENS EN RUIMTES TOT CA.16M² PROFESSIONEEL''
BESTELNR.:04.029 VAN F 298,- VOOR F 265,-

BS-11 DE OORVERDOVENDE MINI-SIRENE 12V/1A
BESTELNR.:04 005 VAN F 37,50 VOOR F 35,-

BS-14 DEZELFDE SIRENE ALS DE BS-11, 220V/0,2A
BESTELNR :04 006 VAN F 65,- VOOR F 58,75

SG-1 LICHTSCHAKELAAR VOOR DOORGANG-BEVEILIGING TOT CA.2 METER IDEAAL VOOR O.A.WINKELS
BESTELNR.:04.032 VAN F 54,- VOOR F 48,75

SG-2 PROFESSIONELE LICHTSCHAKELAAR TOT CA.20 M
BESTELNR :04 033 VAN F 178,- VOOR F 158,-

EC-702 BEWAKINGS TV-CAMERA MET 1:1,9/25MM OBJECT.
BESTELNR :25.009 VAN F 1048,- VOOR F 995,-

EC-712 BEWAKINGS TV-CAMERA MET 1:1,6/16MM OBJECT.
BESTELNR.:25 010 VAN F 898,- VOOR F 854,-

LP-901 KLEIN-ALARM VOOR WINKEL EN WONING, DRAADLOOS!! VIA LICHTNET, SNELLE MONTAGE'
BESTELNR :04 030 VAN F 135,- VOOR F 112,50

SAS-1R DEUR-EN VENSTER CONTACT (NC)
BESTELNR.:04.019 VAN F 12,- VOOR F 7,50

SAS-20 BRANDDETECTOR 24 VOLT VOOR 60 ± 5°C
BESTELNR :04 010 VAN F 15,- VOOR F 12,-

NIEUW:

ROTEX MENGPANEEL MET INGEBOUWDE NETVOEDING, MD-& MICROFOON-VOORVERSTERKER, DUBBELE VU-METER, 4 INGANGEN, LAGE- EN HOGE TONEN REG. DIN-AANSLUITINGEN, SEMI-PROFESSIONELE UITV.
BESTELNR :15.068 VOOR F 328,-

STUDIO-APPARATUUR

MPX-1000 STEREO-MENGPANEEL MET INGEB.MD-VOORVERST
BESTELNR :15 060 VAN F 195,- VOOR F 187,50

STC-500 FREQUENTIE-CONTROLE-PANEEL MET 5 REGELBARE TOONKANALEN.
BESTELNR.:15.061 VAN F 185,- VOOR F 178,-

QA-10 KWADRAFONIE-ADAPTER, FASE EN GELUID REGELB.
BESTELNR.:15 090 VAN F 108,- VOOR F 97,50

C-138 CONDENSATOR-MICROFOON MET STANDER EN KABEL
BESTELNR.:15.011 VAN F 59,50 VOOR F 52,75

ONOVER TROFFEN